

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

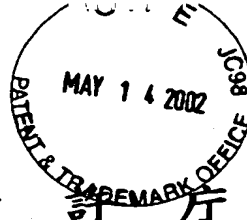
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.



PFEA-01037-US

10/080,121

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年10月17日

出願番号

Application Number:

特願2001-319847

出願人

Applicant(s):

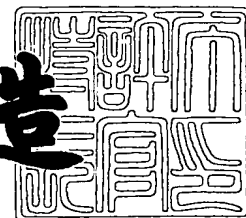
古河電気工業株式会社

RECEIVED
MAY 15 2002
TC 2800 MAIL ROOM

2001年12月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3107517

【書類名】 特許願

【整理番号】 A10448

【提出日】 平成13年10月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 5/00
H04B 10/16

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 脇坂 剛

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 築地 直樹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 吉田 順自

【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089118

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 宏明

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001- 59325

【出願日】 平成13年 3月 2日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036711

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0103421

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ装置および半導体レーザモジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光を出力する半導体レーザ素子と、
前記半導体レーザ素子の駆動温度を計測する温度測定素子と、
絶縁性かつ高熱伝導性を有するキャリアと、
を備え、前記半導体レーザ素子と前記温度測定素子とは、金薄膜を含む多層膜を介してそれぞれ前記キャリア上に接合され、該半導体レーザ素子と該温度測定素子とが近接配置されることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】 前記キャリアは、Si、AlN、ダイヤモンドまたはcBN多結晶体のいずれか、あるいはこれらの組み合わせによって形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】 レーザ光を出力する半導体レーザ素子と、
前記半導体レーザ素子の駆動温度を計測する温度測定素子と、
絶縁性かつ高熱伝導性を有するキャリアと、
熱伝導率が $500\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上のヒートシンクで形成されるとともに、
金薄膜を含む多層膜を介して前記キャリアの上に接合されるサブマウントと、
を備え、
前記半導体レーザ素子は、金薄膜を含む多層膜を介して前記サブマウント上に接合され、前記温度測定素子は、金薄膜を含む多層膜を介して前記キャリア上に接合され、該半導体レーザ素子と該温度測定素子とが近接配置されることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 4】 前記サブマウントは、ダイヤモンドで形成されたことを特徴とする請求項 3 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 5】 レーザ光を出力する半導体レーザ素子と、
前記半導体レーザ素子の駆動温度を計測する温度測定素子と、
絶縁性かつ高熱伝導性を有するキャリアと、
を備え、
前記半導体レーザ素子と前記温度測定素子と間の伝熱経路上に位置するととも

に金薄膜を含む多層膜によって形成される接合面が、3面以下であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項6】 前記キャリア上に、半導体レーザ素子または当該半導体レーザ素子を接合したサブマウントを接合する導体パターンとは電氣的に独立した導体パターンを備え、

前記半導体レーザ素子および前記温度測定素子は、導電ワイヤを用いて一方の電極と前記導体パターンとの間を電氣的に接合することを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置。

【請求項7】 前記導電ワイヤは、複数の導電ワイヤからなり、
複数の各導電ワイヤは、前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子、および／または前記導体パターン上において、ほぼ等間隔で接合されることを特徴とする請求項6に記載の半導体レーザ装置。

【請求項8】 前記金薄膜の膜厚は、5 μ m以上であることを特徴とする請求項1～7のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置。

【請求項9】 前記キャリア上に設置され、前記半導体レーザ素子が出力するレーザ光の出力をモニタするモニタ素子をさらに備えたことを特徴とする請求項1～8のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置。

【請求項10】 前記半導体レーザ素子の共振器長は、1000 μ m以上であることを特徴とする請求項1～9のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置。

【請求項11】 前記半導体レーザ素子は、該半導体レーザ素子の活性層側が下層に接合されることを特徴とする請求項1～10のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置。

【請求項12】 前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子および前記モニタ素子のうちの少なくとも一つは、電氣的に独立していることを特徴とする請求項1～11のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置。

【請求項13】 前記半導体レーザ素子から出力されるレーザ光の出力は、250 mW以上であることを特徴とする請求項1～12のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置。

【請求項14】 請求項1～13のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置

と、

前記温度測定素子から出力された温度をもとに前記半導体レーザ素子の温度を制御する温度制御素子と、

を備え、前記温度制御素子上に前記半導体レーザ装置のキャリアが接合され、該キャリアを介して前記半導体レーザ素子が温度制御されることを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項 1 5】 前記半導体レーザ素子と前記温度制御素子との間の伝熱経路上に位置するとともに金薄膜を含む多層膜によって形成される接合面が、4 面以下であることを特徴とする請求項 1 4 に記載の半導体レーザモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、高安定化した発振波長をもち、高出力のレーザ光を出力する半導体レーザ装置および半導体レーザモジュールに関し、特にラマン増幅用光源あるいはエルビウム添加ファイバ増幅器（EDFA：Erbium Doped Fiber Amplifier）のような光ファイバ増幅器用の励起用光源に適したレーザ光を出射する半導体レーザ装置および半導体レーザモジュールに関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、インターネットをはじめとする様々なマルチメディアの普及に伴って、光通信に対する大容量化の要求が大きくなっている。この要求に伴い、波長分割多重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）通信方式が用いられるようになった。このWDM通信方式は、たとえば1550nm帯において複数の波長を使用して伝送を行う方式である。このWDM通信方式では、1本の光ファイバを用いて複数の異なる波長の光信号を同時に伝送することから、新たな線路を敷設する必要がなく、ネットワークの伝送容量の飛躍的な増加をもたらすことを可能としている。

【0 0 0 3】

この光信号の光源あるいは光信号の増幅用光源は、発振波長が高精度に制御さ

れる必要があるとともに、半導体レーザ素子の熱飽和を防止して高い光出力で動作させる必要がある。このため、従来の半導体レーザ装置は、レーザ光を出力する半導体レーザ素子の近傍に、この半導体レーザ素子の温度を測定するサーミスタを設け、ペルチェ素子などの温度制御素子によって、この半導体レーザ素子の温度制御を行い、発振波長の不安定化や半導体レーザ素子の熱飽和を防止するようにしていた。

【0004】

図15は、従来の半導体レーザ装置の概要構成を示す斜視図である。図15において、この半導体レーザ装置は、CuWで形成されたキャリア101上に、絶縁性および高熱伝導率をもつAlNで形成されたサブマウント102が設けられ、このサブマウント102上に、所定波長のレーザ光L100を出力する半導体レーザ素子103が設けられる。また、キャリア101上には、AlNで形成されたサブマウント104が設けられ、さらにこのサブマウント104上に、半導体レーザ素子の温度を計測するサーミスタ105が設けられる。

【0005】

半導体レーザ素子103とサブマウント102との間は、金属薄膜102aを介して接合され、この金属薄膜102aは、Ti/Pt/Auがそれぞれ60nm/200nm/600nmの膜厚でメタライズされ、その上にメタライズされたAuSnなどのはんだ材によって半導体レーザ素子103とサブマウント102が接合される。また、サーミスタ105とサブマウント104との間も同様に、金属薄膜104aを介して接合される。

【0006】

半導体レーザ素子103は、サブマウント102と接合する面がp側電極であり、上面がn側電極であり、主に熱を発生する活性層をサブマウント102側近傍に配置されるようにしている。n側電極は、Auのワイヤ106aによってマイナス電極がリードされる。p側電極は、金属薄膜102aおよびAuのワイヤ106bを介してプラス電極側のキャリア101にリードされる。

【0007】

これによって、サブマウント102は、半導体レーザ素子103の絶縁を確保

するとともに、半導体レーザ素子103のヒートシンクとして機能し、キャリア101の下部にAuSnはんだによって接合される図示しないCuWのベースに接合され、このベース下部に設けられた図示しないペルチェモジュールが、サーミスタ105が検出した温度に応じて半導体レーザ素子103の温度制御を行うことになる。

【0008】

なお、サーミスタ105も、半導体レーザ素子103と同様に、サブマウント104によってキャリア101から絶縁され、熱伝導性の高い、サブマウント102、キャリア101およびサブマウント104を介して半導体レーザ素子103の温度を検出する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上述したWDM通信方式を用いて長距離光伝送を行う場合、中継器の間隔を長くするために、信号光源のレーザ光の大出力化が要望されている。また、光ファイバ増幅器の増幅能力の向上のために、励起用光源に使用される半導体レーザ装置の大出力化が要望されている。

【0010】

このような要望を満たすために、たとえば、EDFA励起用として250mW以上のレーザ光を発振出力する半導体レーザ素子が存在するが、このような高出力の半導体レーザ素子を用いた従来の半導体レーザ装置では、光出力の低下や寿命の低下が生じるという問題点があった。

【0011】

図16は、上記ベースと上記ペルチェモジュールとを含んだ上記従来の半導体レーザ装置の正面図を示すが、従来の半導体レーザ装置では、半導体レーザ素子103とサーミスタ105とに対してそれぞれ別個にサブマウント102、104が設けられており、半導体レーザ素子103で発生した熱は、この図16の矢印YAに示すように、金属薄膜102a→サブマウント102→金属薄膜102b→キャリア101→金属薄膜104b→サブマウント104→金属薄膜104aを介してサーミスタ105に伝導する。このように熱伝導距離が物理的に長く

なるため、半導体レーザ素子103の実温度検出に遅延が生じている。

【0012】

さらに、半導体レーザ素子103とサーミスタ105との間の伝熱経路上に、金属薄膜102a, 102b, 104, 104aに相当する計4面の接合面が存在するため、それら接合面で熱抵抗が生じ、半導体レーザ素子103の温度が正確に、サーミスタ105へと伝達されない。すなわち、サーミスタ105は、半導体レーザ素子103の実温度との差が大きくてより低い温度を検出することになり、検出温度の精度が低下する。この結果、サーミスタ105が検出した温度をもとに行う半導体レーザ素子103の温度制御に遅延が生じ、また精度の低い温度制御を余儀なくされるため、半導体レーザ素子103の発振波長が不安定となり、光出力の低下や寿命の低下を招いていた。

【0013】

また、図16の矢印YBに示すように、半導体レーザ素子103とペルチェモジュール107との間の伝熱経路上に、金属薄膜102a, 102bに相当する2つの接合面と、キャリア101とベース106との間の接合面と、ベース106とペルチェモジュール107との間の接合面の計4面の接合面が存在するため、ペルチェモジュール107による加熱作用または冷却作用がこれら接合面を経由する度に低下し、結果的に、半導体レーザ素子103の温度制御が迅速にかつ正確に行なわれなくなる。

【0014】

なお、高い光出力を得るために、半導体レーザ素子に1A以上の電流を流した場合、金属薄膜102a内のAu薄膜の全抵抗が0.12Ωであるとする、このAu薄膜による電圧降下は、0.12Vとなる。一方、半導体レーザ素子に1Aの電流が流れた場合における半導体レーザ素子の電極間電圧は約2Vであるので、半導体レーザ素子における共振器長方向の電圧降下が0.12V分だけ不均一になる。すなわち、電流注入経路を考慮した場合にも、金属薄膜を経由することで、半導体レーザ素子に対する電流注入が不均一となり、結果的に、活性層における光密度も不均一となって、光出力の低下や寿命の低下を助長するものと考えられる。

【0015】

よって、高出力の半導体レーザ素子を用いる場合、半導体レーザ素子の電圧降下に対して、半導体レーザ素子とサブマウントとの間の金属薄膜における電圧降下を無視することができず、この金属薄膜における共振器長方向の電圧降下の不均一によって発振波長が不安定になるものと考えられる。このような問題は、特に、共振器長が1000 μ m以上の高出力動作用に設計された半導体レーザ素子において顕著となる。

【0016】

この発明は、上記に鑑みてなされたもので、高出力の半導体レーザ素子を用いた場合であっても、光出力の低下や寿命の低下を防止することができる半導体レーザ装置および半導体レーザモジュールを提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1にかかる半導体レーザ装置は、レーザ光を出力する半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子の駆動温度を計測する温度測定素子と、絶縁性かつ高熱伝導性を有するキャリアとを備え、前記半導体レーザ素子と前記温度測定素子とは、金薄膜を含む多層膜を介してそれぞれ前記キャリア上に接合され、該半導体レーザ素子と該温度測定素子とが近接配置されることを特徴とする。

【0018】

この請求項1の発明によれば、絶縁性かつ高熱伝導性を有する同一のキャリア上に、レーザ光を出力する半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子の駆動温度を計測する温度測定素子とが配置され、前記半導体レーザ素子と前記温度測定素子とが、金薄膜を含む多層膜を介してそれぞれ前記キャリア上に接合され、該半導体レーザ素子と該温度測定素子とが近接配置を含めて伝熱経路の熱抵抗が小さくなるようにしている。

【0019】

また、請求項2にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、上記の発明において、前記キャリアは、Si、AlN、ダイヤモンドまたはcBN多結晶

体のいずれか、あるいはこれらの組み合わせによって形成されることを特徴とする。

【0020】

この請求項2の発明によれば、前記キャリアを、Si、AlN、ダイヤモンドまたはcBN多結晶体のいずれか、あるいはこれらの組み合わせによって形成することで、キャリアの熱伝導率を高め、熱抵抗を小さくしている。

【0021】

また、請求項3にかかる半導体レーザ装置は、レーザ光を出力する半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子の駆動温度を計測する温度測定素子と、絶縁性かつ高熱伝導性を有するキャリアと、熱伝導率が $500\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上のヒートシンクで形成されるとともに、金薄膜を含む多層膜を介して前記キャリアの上に接合されるサブマウントと、を備え、前記半導体レーザ素子は、金薄膜を含む多層膜を介して前記サブマウント上に接合され、前記温度測定素子は、金薄膜を含む多層膜を介して前記キャリア上に接合され、該半導体レーザ素子と該温度測定素子とが近接配置されることを特徴とする。

【0022】

この請求項3の発明によれば、キャリア上に接合され、熱伝導率が $500\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上のヒートシンクで形成されたサブマウント上に、レーザ光を出力する半導体レーザ素子が金薄膜を含む多層膜を介して接合されるとともに、絶縁性かつ高熱伝導性を有する同一のキャリア上に、前記半導体レーザ素子の駆動温度を計測する温度測定素子が金薄膜を含む多層膜を介して接合され、該半導体レーザ素子と該温度測定素子とが近接配置を含めて伝熱経路の熱抵抗の低減と放熱効果の向上とを実現している。

【0023】

また、請求項4にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記サブマウントが、ダイヤモンドで形成されたことを特徴とする。

【0024】

この請求項4の発明によれば、前記半導体レーザ素子の下層に高熱伝導率のダイヤモンドを配置させて、伝熱経路の熱抵抗の低減と放熱効果の向上とをより高

めている。

【0025】

また、請求項5にかかる半導体レーザ装置は、レーザ光を出力する半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子の駆動温度を計測する温度測定素子と、絶縁性かつ高熱伝導性を有するキャリアと、を備え、前記半導体レーザ素子と前記温度測定素子と間の伝熱経路上に位置するとともに金薄膜を含む多層膜によって形成される接合面が、3面以下であることを特徴とする。

【0026】

この請求項5の発明によれば、前記半導体レーザ素子と前記温度測定素子と間の伝熱経路上に位置する、金薄膜を含む多層膜によって形成される接合面を、3面以下とすることで、伝熱経路の熱抵抗を少なくしている。

【0027】

また、請求項6にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記キャリア上に、半導体レーザ素子または当該半導体レーザ素子を接合したサブマウントを接合する導体パターンとは電氣的に独立した導体パターンを備え、前記半導体レーザ素子および前記温度測定素子は、導電ワイヤを用いて一方の電極と前記導体パターンとの間を電氣的に接合することを特徴とする。

【0028】

この請求項6の発明によれば、前記半導体レーザ素子および前記温度測定素子が、導電ワイヤを用いて一方の電極と前記導体パターンとの間を電氣的に接合し、導電ワイヤの長さおよび密集度を小さくしている。

【0029】

また、請求項7にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記導電ワイヤは、複数の導電ワイヤからなり、複数の各導電ワイヤは、前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子、および／または前記導体パターン上において、ほぼ等間隔で接合されることを特徴とする。

【0030】

この請求項7の発明によれば、前記導電ワイヤを複数の導電ワイヤとし、この複数の各導電ワイヤを、前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子、および／ま

たは前記導体パターン上において、ほぼ等間隔で接合し、半導体レーザ素子に対する電圧降下を均一にするとともに、導電ワイヤによる電圧降下および熱発生を最小限に抑えるようにしている。

【0031】

また、請求項8にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記金薄膜の膜厚は、 $5\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする。

【0032】

この請求項8の発明によれば、前記金薄膜の膜厚を、 $5\mu\text{m}$ 以上とし、半導体レーザ素子と温度測定素子との間の熱抵抗が小さくなるようにし、さらに上述した導体パターンの電圧降下を抑えるようにしている。

【0033】

また、請求項9にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記キャリア上に設置され、前記半導体レーザ素子が出力するレーザ光の出力をモニタするモニタ素子をさらに備えたことを特徴とする。

【0034】

この請求項9の発明によれば、半導体レーザ素子が出力するレーザ光の出力をモニタするモニタ素子がキャリア上に配置されるようにしている。

【0035】

また、請求項10にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記半導体レーザ素子の共振器長は、 $1000\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする。

【0036】

この請求項10の発明によれば、前記半導体レーザ素子の共振器長を、 $1000\mu\text{m}$ 以上とした高出力の半導体レーザ素子であっても、光出力の低下や寿命の低下を防止し、半導体レーザ装置の小型軽量化および電力光交換効率を向上させている。

【0037】

また、請求項11にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記半導体レーザ素子は、該半導体レーザ素子の活性層側が下層に接合されることを特徴とする。

【 0 0 3 8 】

この請求項 1 1 の発明によれば、前記半導体レーザ素子の活性層側を前記キャリアに接合し、大きな熱を発生する活性層を、下層のキャリアやサブマウントに近づけ、それら下層のヒートシンク機能を最大限に発揮させ、かつ温度測定素子による温度測定を高精度に行うようにしている。

【 0 0 3 9 】

また、請求項 1 2 にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子および前記モニタ素子のうちの少なくとも一つは、電氣的に独立していることを特徴とする。

【 0 0 4 0 】

この請求項 1 2 の発明によれば、前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子および前記モニタ素子のうちの少なくとも一つを、電氣的に独立させている。

【 0 0 4 1 】

また、請求項 1 3 にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記半導体レーザ素子から出力されるレーザ光の出力は、250 mW 以上であることを特徴とする。

【 0 0 4 2 】

この請求項 1 3 の発明によれば、前記半導体レーザ素子から出力されるレーザ光の出力を、250 mW 以上の高出力としても、半導体レーザ素子の温度制御を迅速かつ高精度に行うことができる。

【 0 0 4 3 】

また、請求項 1 4 にかかる半導体レーザモジュールは、請求項 1 ～ 1 3 のいずれか一つに記載の半導体レーザ装置と、前記温度測定素子から出力された温度をもとに前記半導体レーザ素子の温度を制御する温度制御素子とを備え、前記温度制御素子上に前記半導体レーザ装置のキャリアが接合され、該キャリアを介して前記半導体レーザ素子が温度制御されることを特徴とする。

【 0 0 4 4 】

この請求項 1 4 の発明によれば、ペルチェモジュールなどの温度制御素子上に半導体レーザ装置のキャリアが接合され、該キャリア上に半導体レーザ素子およ

び温度測定素子を配置し、この温度測定素子が測定した温度をもとに半導体レーザ素子を温度制御するようにしている。

【0045】

また、請求項15にかかる半導体レーザ装置は、上記の発明において、前記半導体レーザ素子と前記温度制御素子との間の伝熱経路上に位置するとともに金薄膜を含む多層膜によって形成される接合面が、4面以下であることを特徴とする。

【0046】

この請求項15の発明によれば、前記半導体レーザ素子と前記温度制御素子との間の伝熱経路上に位置する、金薄膜を含む多層膜によって形成される接合面を、3面以下とすることで、伝熱経路の熱抵抗の少なくしている。

【0047】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる半導体レーザ装置および半導体レーザモジュールの好適な実施の形態について説明する。

【0048】

(実施の形態1)

まず、この発明の実施の形態1について説明する。図1は、この発明の実施の形態1である半導体レーザ装置の構成を示す図であり、図1(a)は、この半導体レーザ装置の平面図であり、図1(b)は、この半導体レーザ装置の正面図であり、図1(c)は、この半導体レーザ装置の右側面図である。図1において、キャリア1は、絶縁性かつ高熱伝導率をもつAlNによって形成され、上部中央手前には、金属薄膜2bを介して、所定の発振波長のレーザ光を端面3aから出力する半導体レーザ素子3が設けられる。なお、半導体レーザ素子3の共振器長は、1000 μ m以上であり、250mW以上の高出力のレーザ光を発振する。なお、半導体レーザ素子3の発振波長は、900～1600nmであり、980nm帯、1480nm帯が有用であり、特に光ファイバ増幅器用励起光源として、1480nm帯が有用である。

【0049】

また、キャリア1上には、金属薄膜2cを介してサーミスタ4が設けられ、サーミスタ4は、半導体レーザ素子3の温度をモニタする。キャリア1上には、その他の金属薄膜2a, 2dが設けられ、パターン化されて、各金属薄膜2a~2dは、互いに絶縁されている。金属薄膜2bは、キャリア1側から、Ti/Pt/Auの3層からなり、それぞれ60nm/200nm/5000nmとしている。すなわち、図15に示した金属薄膜102aのAu膜の膜厚が600nmであったのに対し、この金属薄膜2bのAu膜では、5000nmの膜厚としている。その他の金属薄膜2a, 2c, 2dは、金属薄膜2bと同時に形成され、同一の膜構成となっている。なお、半導体レーザ素子3と金属薄膜2bとを接合する際は、Ptのバリア層を介し、AuSnはんだによって結合する。

【0050】

半導体レーザ素子3は、活性層3b側のp側電極がキャリア1に対応して接合され、n側電極が上面となっている。半導体レーザ素子3のn側電極と金属薄膜2aとは、Auのワイヤ5によって電氣的に接合される。したがって、金属薄膜2aは、半導体レーザ素子3のマイナス電極となり、金属薄膜2bは、半導体レーザ素子3のプラス電極となる。

【0051】

半導体レーザ素子3のn側電極と金属薄膜2aとの間は、複数のワイヤ5によって結合され、導通断面積が大きくなるようにしている。また、各ワイヤ5は、接合点をほぼ等間隔にし、電力分散を図っている。このような空間的な配線を、複数のワイヤ5を用いて行うことによって、抵抗値が下がり、電圧降下が小さくなることによって、熱の発生が小さくなるとともに、レーザ光出力のみに用いる電力比が高められ、電力光変換効率が向上することになる。

【0052】

また、金属薄膜2a~2dのAu膜を5000nm以上とすることによって、金属薄膜2a~2dの抵抗が小さくなり、電圧降下が小さくなり、上述したワイヤ5の作用効果と相まって、電力光変換効率が向上するとともに、半導体レーザ素子3のp側電極に大電流が注入される際、半導体レーザ素子3の共振器長方向における電圧降下の不均一さを小さくすることができ、結果的に光出力の低下や

寿命の低下を防止する。

【0053】

ここで、金属薄膜2bの幅W2は、金属薄膜2aの幅とほぼ同一にすることが好ましい。なぜなら、金属薄膜2bの幅W2と金属薄膜2aの幅とをほぼ同一にしたときに、各金属薄膜2a、2bの合成抵抗値が最小となるからである。また、金属薄膜2a、2b間の幅W1は、金属薄膜2a、2b間の絶縁が確実に確保できる値としている。

【0054】

なお、上述したワイヤ5のボンディング箇所は、図1に示すように半導体レーザ素子3の長手方向に直線的に配列されているが、これに限らず、ボンディング箇所が均一に分散していてもよい。この場合、半導体レーザ素子3の活性層3aの位置からずれた位置をボンディング箇所としてもよい。要は、ワイヤ5を介して半導体レーザ素子3の上面において電流が均一に分布するようにすればよい。

【0055】

サーミスタ4は、その底面が金属薄膜2cに接合され、その上面が図示するようにワイヤによって金属薄膜2dに接合されることによって、サーミスタ4の抵抗を検出し、この抵抗値によって温度を検出する。このサーミスタ4は、半導体レーザ素子3のレーザ光が出射される端面3aの近傍に設けるようにしている。高出力の半導体レーザ素子3は、半導体レーザ素子3の端面3aとキャリア1の端面とがほぼ同一となるようにし、他の部材とレーザ光が干渉しないようにしているため、半導体レーザ素子3の端面3a近傍で発生する熱が大きくなるからである。

【0056】

キャリア1は、半導体レーザ素子3のヒートシンクとして機能するとともに、このキャリア1の下面全体には、AuSnはんだ6によってCuWのベース27（図14参照）に接合され、このベース27はさらに、半導体レーザ素子3の温度を制御するペルチェモジュール28（図14参照）に接合される。ペルチェモジュール28は、サーミスタ4が検出した温度に応じて、主として冷却を行い、半導体レーザ素子3の温度を制御することによって半導体レーザ素子3の熱飽和

を未然に防止して、光出力の低下や寿命の低下を防止する。

【0057】

結局、実施の形態1にかかる半導体レーザ装置では、半導体レーザ素子3とキャリア1との間に、図15に示したサブマウント102は設けられず、さらに、サーミスタ4とキャリア1との間にも、図15に示した絶縁用のサブマウント104は設けてられない。すなわち、半導体レーザ素子3とサーミスタ4との間の伝熱経路長は、図15に示した従来の半導体レーザ装置と比較して、少なくともそれらサブマウント102、104の厚み分だけ短くなる。これにより、サーミスタ4は、従来と比較して、半導体レーザ素子3の温度を迅速に検出することができる。

【0058】

また、サブマウント102、104が排除されたことにより、半導体レーザ素子3とサーミスタ4との間の伝熱経路上には、金属薄膜2b、2cに相当する計2面の接合面が存在することになり、この接合面の数は図15に示した従来の半導体レーザ装置において存在した接合面の数（4面）よりも少ない。すなわち、図1に示した半導体レーザ装置では、従来と比較して少なくとも接合面の数が減少した分だけ熱損失が低下し、サーミスタ4は、一層、半導体レーザ素子3自体の実温度に近い温度を検出することができる。

【0059】

さらに、サブマウント102が排除されたことにより、半導体レーザ素子3と上記ペルチェモジュール28との間の伝熱経路上には、金属薄膜2bに相当する2つの接合面と、キャリア1と上記ベース27との間の接合面と、ベース27とペルチェモジュール28との間の接合面との計3面の接合面が存在することになり、この数は図16で説明した従来の半導体レーザ装置よりも1面少ない。すなわち、ペルチェモジュール28による半導体レーザ素子3の温度制御を、従来よりも迅速にかつ正確に行うことができる。

【0060】

たとえば、図2は、半導体レーザ素子3の発熱量に対する半導体レーザ素子3とサーミスタ4との間の温度差の関係を示す図である。図2において、「□」印

で示した値は、図1に示した半導体レーザ素子3とサーミスタ4との間の温度差の関係を示している。また、「△」印で示した値は、図15に示したようにA1Nで形成されたサブマウント102、104を有する従来の半導体レーザ装置において、半導体レーザ素子103とサーミスタ105との間の温度差の関係を示している。

【0061】

図2に示すように、キャリア1上に半導体レーザ素子3およびサーミスタ4を設けた構造とする方が、温度差が小さく、発熱量が大きくなるに従って、その差が大きくなるということがわかる。たとえば、素子発熱量が1.0[W]のときは、この実施の形態1の構成と図15に示した従来例の構成とでは、ほぼ同じ温度差7℃であったが、素子発熱量が3.5[W]のとき、この実施の形態1では温度差22.5℃であり、従来例では温度差25℃であり、2.5℃の差異が生じる。したがって、たとえば250W以上の高出力のレーザ光を出力する半導体レーザ素子を搭載する場合、図1に示した半導体レーザ装置の構造とすることによって、半導体レーザ素子3により近い温度を検出することができ、一層精度の高い温度制御を行うことができる。その結果、半導体レーザ素子3を常に所定の温度範囲に制御することができ、光出力の低下や寿命の低下を防止することができる。

【0062】

図3は、この実施の形態1にかかる半導体レーザ素子3と従来の半導体レーザ素子について注入電流と出力パワーの関係を示す図である。図3において、実線Aがこの実施の形態1にかかる半導体レーザ素子3の特性を示し、破線が図15に示した従来の半導体レーザ装置の半導体レーザ素子103の特性を示す。図3に示すように、注入電流の増加にともなって増大する出力パワーの割合は、従来の半導体レーザ素子103よりもこの実施の形態1にかかる半導体レーザ素子3の方が大きい。特に、注入電流が200mA付近までは両者の出力パワーに差はみられないものの、注入電流が1500mA付近では、従来の半導体レーザ素子103の出力パワーが360mW程度であるのに対し、この実施の形態1にかかる半導体レーザ素子3の出力パワーは、410mW程度まで上昇している。

【0063】

同じ注入電流において出力パワーが増大するというこの結果は、図2に示した結果、すなわちこの実施の形態1にかかるサーミスタ4が従来よりも正確に半導体レーザ素子3の温度を検出することができるという結果の裏付けとなる。換言すれば、上記したペルチェモジュール28は、サーミスタ4の温度計測結果に基づいて冷却等の温度調節を行うため、その温度計測結果が正確であると、半導体レーザ素子3を十分に冷却することができ、最終的に半導体レーザ素子3の出力パワーを高めることができる。

【0064】

この実施の形態1にかかる半導体レーザ装置の構造について、上述した説明では、ワイヤ5の配線を短くするため、金属薄膜2aをn側電極の導体パターンとして用いていたが、金属薄膜2aをp側電極の導体パターンとして使用し、金属薄膜2bをn側電極の導体パターンとして使用するようにしてもよい。すなわち、図4に示すように、金属薄膜2aをp側電極の導体パターンとし、このリード部分を半導体レーザ素子3の出射側に設け、金属薄膜2bをn側電極の導体パターンとし、ワイヤ5Aによって半導体レーザ素子3のn側電極と結合するようにしてもよい。

【0065】

また、図5に示すように、半導体レーザ素子3のp側電極の導体パターンのリード部分をなくし、キャリア1内に埋め込まれた導体棒1aを介して、金属薄膜2bと、キャリア1の裏面の金属薄膜とを結合するようにし、半導体レーザ装置の下部側から電力供給するようにしてもよい。この場合も、金属薄膜2bのAu膜厚は5000 μ m以上であり、抵抗による電圧降下が小さくなるようにしている。また、この金属薄膜2bに対して複数の導体棒1aを設け、Au膜厚の増大と相まって、半導体レーザ素子3の共振器長方向における電圧降下の不均一が生じないようにしている。

【0066】

以上に説明したとおり、この実施の形態1によれば、絶縁性かつ高熱伝導率をもつ同一のキャリア1上に、半導体レーザ素子3およびサーミスタ4を設け、伝

熱距離を短くし、サーミスタ 3 が一層半導体レーザ素子 3 の温度を迅速かつ正確に検出し、さらに半導体レーザ素子 3 とキャリア 1 との間の金属薄膜 2 b の Au 膜厚を厚くして抵抗を小さくするようにし、共振器長方向の電流注入の不均一をなくすようにしているので、高出力の半導体レーザ素子 3 であっても、光出力の低下と寿命の低下を防止することができる。

【 0 0 6 7 】

また、この実施の形態 1 では、金属薄膜 2 a ~ 2 d の Au 膜厚、特に金属薄膜 2 a , 2 b の Au 膜厚を厚くするとともに、複数のワイヤ 5 によって半導体レーザ素子 3 と金属薄膜 2 a とを結合するようにしているので、半導体レーザ素子 3 の p 側電極および n 側電極に至るまでの抵抗分が低減され、半導体レーザ装置自体の発熱量を抑えることができるとともに、電力熱交換効率を向上させることができる。

【 0 0 6 8 】

このような金属薄膜 2 a ~ 2 d の Au 膜厚の増大と、ワイヤ 5 の複数配線とをもつ構造とすることによって、ヒートシンクとして機能するキャリア 1 の大型化を可能とすることができる。すなわち、高出力の半導体レーザ素子 3 をもつ半導体レーザ装置では、熱放出のためのヒートシンクを大型化する必要があるが、ヒートシンクを大型化した場合であっても、上述した金属薄膜 2 a ~ 2 d およびワイヤ 5 の構造とすることによって、半導体レーザ素子 3 自体の機能、すなわち高出力かつ安定したレーザ光の発振を効率よく行うことができる。

【 0 0 6 9 】

(実施の形態 2)

つぎに、この発明の実施の形態 2 について説明する。上述した実施の形態 1 では、A 1 N で形成された同一のキャリア 1 上に半導体レーザ素子 3 およびサーミスタ 4 を設けるようにしていたが、この実施の形態 2 では、キャリア 1 に代えて、A 1 N の約 5 倍の熱伝導率をもつダイヤモンドで形成されたダイヤモンドサブマウント上に半導体レーザ素子 3 およびサーミスタ 4 を設けるようにしている。

【 0 0 7 0 】

図 6 は、この発明の実施の形態 2 である半導体レーザ装置の構成を示す図であ

り、図6 (a) は、この半導体レーザ装置の平面図であり、図6 (b) は、この半導体レーザ装置の正面図であり、図6 (c) は、この半導体レーザ装置の右側面図である。図6において、キャリア13は、絶縁性かつ高熱伝導率をもつAlNによって形成され、上部中央には、ダイヤモンドサブマウント11が、金属薄膜12を介して、設けられている。ダイヤモンドサブマウント11上における半導体レーザ素子3、サーミスタ4、ワイヤ5および金属薄膜2a~2dの構成は、実施の形態1と同じであり、同一構成部分には同一符号を付している。

【0071】

キャリア13の上部におけるダイヤモンドサブマウント11が設置された領域以外の部分には、それぞれ金属薄膜2a~2dのパターンに対応した金属薄膜12a~12dが形成される。これらの金属薄膜12a~12dは、Au膜によって実現される。すなわち、金属薄膜2a~2dと金属薄膜12a~12dとはそれぞれ図示するようにワイヤによってボンディングされ、それぞれの対が、図1に示した金属薄膜2a~2dに対応した構成を実現することになる。

【0072】

この実施の形態2では、ダイヤモンドサブマウント11とキャリア13との組み合わせによって、実施の形態1に示したキャリア1を実現している。ただし、ダイヤモンドサブマウント11とキャリア13との合計高さ（厚さ）は、実施の形態1におけるキャリア1の高さと同じである。これによって、半導体レーザ素子3から出射されるレーザ光の位置を同一とすることができる。なお、実施の形態2では、キャリア13をCuWのベース27（図14参照）上にボンディングするため、ダイヤモンドサブマウント11とベース27との間の歪みを緩和するために、AlNのキャリア13を挟むようにしている。

【0073】

以下に、効果的な放熱を実現するためのダイヤモンドのサイズについて説明する。図7は、ダイヤモンドサブマウント11のサイズと熱抵抗との関係を表した実験データを示す図である。図7 (a) は、ダイヤモンドサブマウント11の長さを2.5mmとし、幅を1.0mmに固定した場合の厚さと熱抵抗との関係を表すグラフである。また、図7 (b) は、ダイヤモンドサブマウント11の厚さ

を 0. 2 mm とし、幅を 1. 0 mm に固定した場合の長さ と 熱抵抗 との 関係 を 表す グラフ である。また、図 7 (c) は、ダイヤモンド サブマウント 1 1 の 長さ を 2. 5 mm とし、厚さを 0. 2 mm に固定した場合の幅 と 熱抵抗 との 関係 を 表す グラフ である。いずれのグラフからも、サイズが大きくなるにつれて熱抵抗がある最小の値に収束することがわかる。よって、これらグラフから、熱抵抗が最小となるサブマウントの最適なサイズを見積もることができる。

【0074】

図 8 は、ダイヤモンドサブマウント 1 1 の最適なサイズを説明するための斜視図である。本発明者は、図 7 に示した実験データとコストから、熱抵抗がより小さくなるサイズ、具体的には上記した最小の熱抵抗の 1. 0 倍の熱抵抗を有するサイズを見積もったところ、図 8 において、ダイヤモンドのサブマウント 4 2 を、厚さ $SH = 0. 4 \text{ mm}$ 、長さ $SL = 3. 2 \text{ mm}$ 、幅 $SW = 3. 2 \text{ mm}$ のサイズで作成するのが好適であることを見出した。なお、上記実験データは、半導体レーザ素子 3 のサイズを、厚さ $LH = 2. 0 \text{ mm}$ 、長さ $LL = 1. 5 \text{ mm}$ 、幅 $LW = 0. 35 \text{ mm}$ とした場合の結果である。なお、ダイヤモンドサブマウント 1 1 のサイズについては、コストを考えて、厚さ $SH = 0. 3 \text{ mm}$ 、長さ $SL = 2. 7 \text{ mm}$ 、幅 $SW = 1. 0 \text{ mm}$ のサイズとし、上記した最小の熱抵抗の 1. 2 倍以内の熱抵抗に抑えた構造を採用することもできた。

【0075】

このように、ダイヤモンドサブマウント 1 1 の厚さを含めた形状は、熱抵抗が小さくなるように決定される。また、このダイヤモンドサブマウント 1 1 は、CVD 法で合成される多結晶ダイヤモンドである。ダイヤモンドは、最も熱伝導性の高い材料であり、半導体レーザ素子 3 の放熱効果をさらに高めることができる。

【0076】

キャリア 1 3 の下面全体には、AuSn はんだ 6 によって CuW のベース 2 7 に接合され、このベースはさらに、半導体レーザ素子 3 の温度を制御するペルチェモジュール 2 8 (図 1 4 参照) に接合される。ペルチェモジュール 2 8 は、サーミスタ 4 が検出した温度に応じて、主として冷却を行い、半導体レーザ素子 3

の温度を制御することによって半導体レーザ素子 3 の熱飽和を未然に防止し、光出力の低下と寿命の低下を防止する。

【0077】

ここで、金属薄膜 2 a ~ 2 d の Au 膜を 5 0 0 0 n m 以上とすることによって、金属薄膜 2 a ~ 2 d の抵抗が小さくなり、電圧降下が小さくなり、上述したワイヤ 5 の作用効果と相まって、電力光変換効率が向上するとともに、半導体レーザ素子 3 の p 側電極に大電流が注入される際、半導体レーザ素子 3 の共振器長方向における電圧降下の不均一さを小さくすることができ、結果的に光出力の低下と寿命の低下を防止する。

【0078】

結局、実施の形態 2 にかかる半導体レーザ装置においては、半導体レーザ素子 3 とサーミスタ 4 がダイヤモンドサブマウント 1 1 を共有してその上に設けられるので、実施の形態 1 と同様に、半導体レーザ素子 3 とサーミスタ 4 との間の伝熱経路長は短くなる。これにより、サーミスタ 4 は、従来と比較して、半導体レーザ素子 3 の温度を迅速に検出することができる。特に、実施の形態 2 では、A 1 N よりも熱伝導率の高いダイヤモンドを半導体レーザ素子 3 とサーミスタ 4 との間の伝熱経路としているので、実施の形態 1 の場合よりも、熱抵抗が小さく、半導体レーザ素子 3 の温度をより迅速に検出することができる。

【0079】

なお、接合面数の減少による熱抵抗の低下、すなわちサーミスタ 4 が、一層、半導体レーザ素子 3 自体の実温度に近い温度を検出することができるという点も、実施の形態 1 と同様である。

【0080】

また、半導体レーザ素子 3 と上記ペルチェモジュール 2 8 との間の伝熱経路についても、図 1 5 に示した従来の半導体レーザ装置のサブマウント 1 0 2 に相当する位置に、サブマウント 1 0 2 の材料である A 1 N よりも熱伝導率の高いダイヤモンドサブマウント 1 1 が設けられていることから、ペルチェモジュール 2 8 による半導体レーザ素子 3 の温度制御を、従来よりも迅速にかつ正確に行うことができる。

【0081】

さらに、ダイヤモンドサブマウント11を用いることで、半導体レーザ素子3で発生した熱を、特に横方向を含んだ広い範囲へと急速に拡散させることができ、従来のAlNのサブマウントよりも放熱効果を高めることができる。すなわち、従来の半導体レーザ装置に設けられる半導体レーザ素子よりも、注入電流に対する温度上昇を抑えることができ、結果的にその温度上昇低減の分を出力パワーに転換して、高出力な半導体レーザ装置を実現することができる。

【0082】

以上に説明したとおり、この実施の形態2によれば、絶縁性かつ高熱伝導率をもつ同一のダイヤモンドサブマウント11上に、半導体レーザ素子3およびサーミスタ4を設け、伝熱距離を短くし、サーミスタ4が一層半導体レーザ素子3の温度を迅速かつ正確に検出し、さらに半導体レーザ素子3とダイヤモンドサブマウント11との間の金属薄膜2bのAu膜厚を厚くして抵抗を小さくするようにし、共振器長方向の電流注入の不均一をなくすようにしているので、高出力の半導体レーザ素子3であっても、光出力の低下や寿命の低下を防止することができる。

【0083】

なお、上述した実施の形態1、2では、半導体レーザ素子3およびサーミスタ4を、AlNのキャリア1あるいはダイヤモンドのダイヤモンドサブマウント11などの同一基板上に設けているが、その他の材料、たとえばSi、cBN多結晶などの絶縁性と高熱伝導率とを有する材料を半導体レーザ素子3との熱膨張係数に合わせて用いるようにしてもよい。

【0084】

(実施の形態3)

つぎに、この発明の実施の形態3について説明する。上述した実施の形態1、2では、いずれも同一のキャリア1あるいはダイヤモンドサブマウント11上に半導体レーザ素子3およびサーミスタ4を設けるようにしていたが、この実施の形態3では、さらに同一のキャリア1あるいはダイヤモンドサブマウント11上に、半導体レーザ素子3が出力するレーザ光をモニタする光モニタを設けるよう

にしている。

【0085】

図9は、この発明の実施の形態3である半導体レーザ装置の構成を示す図であり、図9(a)は、この半導体レーザ装置の平面図であり、図9(b)は、この半導体レーザ装置の正面図であり、図9(c)は、この半導体レーザ装置の左側面図である。図9において、この半導体レーザ装置は、実施の形態1と同様に、絶縁性かつ高熱伝導率をもつAlNによって形成されたキャリア1上に、半導体レーザ素子3およびサーミスタ4が設けられるとともに、さらに、半導体レーザ素子3の後方から輻射されるレーザ光をモニタする光モニタ7が設けられている。この光モニタ7は、フォトダイオードによって実現される。

【0086】

図9において、キャリア1には、導体棒1aが設けられ、上部の金属薄膜2eと下部のAuSnはんだ6とを電氣的に低抵抗で接続している。半導体レーザ素子3のn側電極は、ワイヤ5aによって金属薄膜2aに接続される。一方、半導体レーザ素子3のp側電極は、ワイヤ5bによって、金属薄膜2bと金属薄膜2eとが電氣的に接合され、さらに導体棒1aを介してAuSnはんだ6に接続され、図示しないベースに接続される。

【0087】

また、サーミスタ4は、一方の電極が、ワイヤ5dを介して金属薄膜2dに接続され、他方の電極が、金属薄膜2cに接続される。さらに、光モニタ7は、一方の電極が、ワイヤ5cを介して金属薄膜2fに接続され、他方の電極が、金属薄膜2gに接続される。なお、金属薄膜2a～2gは、互いに電氣的に絶縁されている。さらに、金属薄膜2a～2gは、Ti/Pt/Auの3層からなり、それぞれ60nm/200nm/5000nmとしている。

【0088】

キャリア1の下面全体には、AuSnはんだ6によってCuWのベース27に接合され、このベースはさらに、半導体レーザ素子3の温度を制御する図示しないペルチェモジュール28に接合される。ペルチェモジュール28は、サーミスタ4が検出した温度に応じて、主として冷却を行い、半導体レーザ素子3の温度

を制御することによって、半導体レーザ素子3の熱飽和を未然に防止し、光出力の低下と寿命の低下を防止する。

【0089】

ここで、金属薄膜2bのAu膜を5000nm以上とすることによって、金属薄膜2bの抵抗が小さくなり、電圧降下が小さくなり、半導体レーザ素子3に大電流が注入される際、半導体レーザ素子3の共振器長方向における電圧降下の不均一さを小さくすることができ、結果的に光出力の低下を防止する。

【0090】

結局、実施の形態3にかかる半導体レーザ装置においては、図15に示したサブマウント102、104を設けずに、半導体レーザ素子3とサーミスタ4をキャリア1上に設けているので、実施の形態1と同様に、半導体レーザ素子3とサーミスタ4との間の伝熱経路長は短くなる。これにより、サーミスタ4は、従来と比較して、半導体レーザ素子3の温度を迅速に検出することができる。また、接合面数の減少による熱損失の低下、すなわちサーミスタ4が、一層、半導体レーザ素子3自体の実温度に近い温度を検出することができるという点も、実施の形態1と同様である。

【0091】

また、光モニタ7を、同一のキャリア1上に設けることによって、半導体レーザ素子3の発光状態を監視することができるとともに、光モニタ7を備えた半導体レーザ装置の小型化を実現することができる。

【0092】

以上に説明したとおり、この実施の形態3によれば、実施の形態1と同様に、絶縁性かつ高熱伝導率をもつ同一のキャリア1上に、半導体レーザ素子3およびサーミスタ4を設けるとともに、光モニタ7をさらに設け、伝熱距離を短くし、サーミスタ4が一層半導体レーザ素子3の温度を迅速かつ正確に検出し、さらに半導体レーザ素子3とキャリア1との間の金属薄膜2bのAu膜厚を厚くして抵抗を小さくするようにし、共振器長方向の電流注入の不均一をなくすようにしている。高出力の半導体レーザ素子3であっても、光出力の低下を防止できるとともに、光モニタを備えた半導体レーザ装置の小型化を促進することができる。

【0093】

(実施の形態4)

つぎに、この発明の実施の形態4について説明する。図15に示した従来の半導体レーザ装置では、同一のキャリア上に、半導体レーザ素子が載置されるAlNのサブマウントと、サーミスタが載置されるAlNのサブマウントとをそれぞれ設けていたが、この実施の形態4では、サーミスタを実施の形態1と同様にキャリア上に直接載置してサーミスタが載置されていた上記サブマウントを排除するとともに、半導体レーザ素子をダイヤモンドサブマウント上に設けたことを特徴としている。

【0094】

図10は、この発明の実施の形態4である半導体レーザ装置の構成を示す図であり、図10(a)は、この半導体レーザ装置の平面図であり、図10(b)は、この半導体レーザ装置の正面図であり、図10(c)は、この半導体レーザ装置の右側面図である。図10において、キャリア1は、高絶縁性かつ高熱伝導率のAlNによって形成される。キャリア1上には、図10に示すように、金属薄膜2a~2dが、互いに絶縁されるようにパターン化されて形成されている。なお、金属薄膜2a~2dは、キャリア1側からTi/Pt/Auの順に積層された構造として形成され、各厚さは、例えば順に60nm/200nm/5000nmである。

【0095】

また、キャリア1上には、金属薄膜2bを介して、多結晶ダイヤモンドで形成されたダイヤモンドサブマウント2が設けられる。そして、このダイヤモンドサブマウント2上に、上記金属薄膜と同様の金属薄膜2hを介して半導体レーザ素子3が設けられる。よって、ダイヤモンドサブマウント2は、図15に示したサブマウント102と同様に、半導体レーザ素子3の絶縁を確保するとともに、半導体レーザ素子3のヒートシンクとして機能する。

【0096】

半導体レーザ素子3は、活性層側のp側電極がダイヤモンドサブマウント2に

対向して接合され、n側電極が上面となっている。半導体レーザ素子3のn側電極と金属薄膜2aとは、Auのワイヤ5によって電氣的に接続される。また、半導体レーザ素子3のp側電極と金属薄膜2bとは、金属薄膜2hおよび図示するワイヤを介して電氣的に接続される。したがって、金属薄膜2aは、半導体レーザ素子3のマイナス電極となり、金属薄膜2bは、半導体レーザ素子3のプラス電極となる。

【0097】

ここで特に、半導体レーザ素子3のn側電極と金属薄膜2aとを電氣的に接続するワイヤ5は、導通断面積が大きくなるように複数本で構成される。これにより、配線部分において生じる抵抗値が低下し、その部分での電圧降下を小さくすることができる。この電圧降下の低減は、発熱の抑制と、レーザ光出力のみに用いる電力比の増加に寄与し、結果的に電力光変換効率の向上をもたらす。また、各ワイヤ5の接続点をほぼ等間隔にすることで、電力分散を図ることができる。これにより、電圧降下の不均一さを小さくすることができ、結果的に光出力の低下や寿命の低下を防止することが可能になる。

【0098】

なお、上述したワイヤ5のボンディング箇所は、図10(a)に示すように半導体レーザ素子3の長手方向に直線的に配列されているが、これに限らず、ボンディング箇所が半導体レーザ素子3のn側電極表面に均一に分散していてもよい。この場合、ボンディング箇所を、半導体レーザ素子3の活性層の位置からずれた位置とすることもできる。要は、ワイヤ5を介して半導体レーザ素子3の上面において電流が均一に分布するようにすればよい。

【0099】

さらに、キャリア1上には、図10に示すように、金属薄膜2cを介して、半導体レーザ素子3の温度を計測するサーミスタ4が設けられる。サーミスタ4は、電極の一方となる底面が金属薄膜2cに接合され、電極の他方となる上面が図示するワイヤを介して金属薄膜2dと電氣的に接続される。

【0100】

ここで、高出力の半導体レーザ素子3を、半導体レーザ素子3の端面3aとキ

キャリア 1 の端面とがほぼ同平面となるように配置することで、他の部材との間で生じるレーザ光の干渉を低減することができるが、この場合、半導体レーザ素子 3 の端面 3 a 近傍は、サブマウント 2 による放熱効果の恩恵を大きく受けることができず、半導体レーザ素子 3 の他の部分と比較して高温となりやすい。そのような理由から、特に、サーミスタ 4 は、半導体レーザ素子 3 のレーザ光が出射される端面 3 a の近傍に設けることが好ましい。

【 0 1 0 1 】

結局、サーミスタ 4 の下部には、図 1 5 で示したサブマウント 1 0 4 が設けられておらず、キャリア 1 が、サーミスタ 4 のヒートシンクとして機能する。このように、サーミスタ 4 の下部に配置していたサブマウントが排除されることで、半導体レーザ素子 3 とサーミスタ 4 との間の伝熱経路長は、図 1 5 に示した従来の半導体レーザ装置と比較して、少なくとも排除されたサブマウント 1 0 4 の厚み分だけ短くなる。これにより、サーミスタ 4 は、従来と比較して、半導体レーザ素子 3 の温度を迅速に検出することができる。

【 0 1 0 2 】

また、サブマウント 1 0 4 が排除されたことにより、半導体レーザ素子 3 とサーミスタ 4 との間の伝熱経路上には、金属薄膜 2 b, 2 c, 2 h に相当する計 3 面の接合面が存在することになり、この接合面の数は図 1 5 に示した従来の半導体レーザ装置において存在した接合面の数（4 面）よりも少ない。すなわち、図 1 0 に示した半導体レーザ装置では、従来と比較して少なくとも接合面の数が減少した分だけ熱抵抗が低下し、サーミスタ 4 は、一層、半導体レーザ素子 3 自体の実温度に近い温度を検出することができる。

【 0 1 0 3 】

さらに、半導体レーザ素子 3 と上記ペルチェモジュール 2 8 との間の伝熱経路についても、図 1 5 に示した従来の半導体レーザ装置のサブマウント 1 0 2 に相当する位置に、サブマウント 1 0 2 の材料である A 1 N よりも熱伝導率の高いダイヤモンドサブマウント 2 が設けられていることから、ペルチェモジュール 2 8 による半導体レーザ素子 3 の温度制御を、従来よりも迅速にかつ正確に行うことができる。

【0104】

さらに、ダイヤモンドサブマウント2を用いることで、半導体レーザ素子3で発生した熱を、特に横方向を含んだ広い範囲へと急速に拡散させることができ、従来のAlNのサブマウントよりも放熱効果を高めることができる。すなわち、従来の半導体レーザ装置に設けられる半導体レーザ素子よりも、注入電流に対する温度上昇を抑えることができ、高出力な半導体レーザ装置を実現することができる。

【0105】

図11は、この実施の形態4にかかる半導体レーザ素子3と従来の半導体レーザ素子について注入電流と出力パワーの関係を示す図である。図11において、実線Bがこの実施の形態4にかかる半導体レーザ素子3の特性を示し、破線が図15に示した従来の半導体レーザ装置の半導体レーザ素子103の特性を示す。図11に示すように、注入電流の増加にともなって増大する出力パワーの割合は、従来の半導体レーザ素子103よりもこの実施の形態4にかかる半導体レーザ素子3の方が大きい。特に、注入電流が200mA付近までは両者の出力パワーに差はみられないものの、注入電流が1500mA付近では、従来の半導体レーザ素子103の出力パワーが360mW程度であるのに対し、この実施の形態1にかかる半導体レーザ素子3の出力パワーは、440mW程度まで上昇している。

【0106】

同じ注入電流において出力パワーが増大するというこの結果は、実施の形態1でも説明したようにサーミスタ4の温度計測結果に基づいて半導体レーザ素子3の温度を所望の温度に制御することに加えて、上述した高い放熱効果による電力光変換効率の向上に起因する。

【0107】

上述したように、図10に示した構造では、ダイヤモンドサブマウント2上の金属薄膜2hとキャリア1上の金属薄膜2bとがワイヤを介して接続されることで、半導体レーザ素子3のp側電極への通電を可能としているが、ダイヤモンドサブマウント2の側面にも金属薄膜を形成し、その側面の金属薄膜に上記ワイヤ

5の役割を持たせることもできる。

【0108】

図12は、この発明の実施の形態4である半導体レーザ装置の上記場合の構成を示す図であり、図12(a)は、この半導体レーザ装置の平面図であり、図12(b)は、この半導体レーザ装置の正面図であり、図12(c)は、この半導体レーザ装置の右側面図である。なお、図12において、図10と共通する部分には同一符号を付してその説明を省略する。

【0109】

図12において、図10と異なるところは、ダイヤモンドサブマウント2の上面と側面に金属薄膜2iが被覆され、図10に示した金属薄膜2hと金属薄膜2bとの間を接続するワイヤを排除している点である。金属薄膜2fは、ダイヤモンドサブマウント2の上面に位置する半導体レーザ素子3のp側電極と、キャリア1上の金属薄膜2bとにそれぞれ電氣的に接触しており、両者間を電氣的に接続している。

【0110】

以上に説明したとおり、実施の形態4によれば、半導体レーザ素子3とキャリア1との間に高熱伝導率のダイヤモンドサブマウント2を設けたので、実施の形態2による効果を楽しむことができるとともに、サーミスタ4をサブマウントの介在なしでキャリア1上に設けたので、半導体レーザ素子3からサーミスタ4に至る伝熱距離が短くなり、温度制御を迅速かつ正確に行うことができる。

【0111】

(実施の形態5)

つぎに、この発明の実施の形態5について説明する。この実施の形態5では、上述した実施の形態3で示した半導体レーザ装置をモジュール化したものである。図13は、この発明の実施の形態5である半導体レーザモジュールの構成を示す断面図である。図13において、この半導体レーザモジュール20は、上述した実施の形態3で示した半導体レーザ装置に対応する半導体レーザ装置30を有する。半導体レーザモジュール20の筐体として、銅タングステン合金などによって形成されたパッケージ29の内部底面上に、温度制御装置としてのペルチェ

モジュール 2 8 が配置される。ペルチェモジュール 2 8 上にはベース 2 7 が配置され、このベース 2 7 上にはヒートシンクとして機能するキャリア 3 4 が配置される。

【 0 1 1 2 】

キャリア 3 4 上には、半導体レーザ素子 3 1、サーミスタ 3 2 および光モニタ 3 3 が配置され、上述した実施の形態 3 に示した半導体レーザ装置に対応した半導体レーザ装置 3 0 が配置される。さらにベース 2 7 上には、第 1 レンズ 2 2 が配置される。半導体レーザ素子 3 1 から出射されたレーザ光は、第 1 レンズ 2 2、アイソレータ 2 3 および第 2 レンズ 2 4 を介し、光ファイバ 2 5 上に導波される。第 2 レンズ 2 4 は、レーザ光の光軸上であって、パッケージ 2 9 上に設けられ、外部接続される光ファイバ 2 5 に光結合される。なお、光モニタ 3 3 は、半導体レーザ装置 3 0 の反射膜側から漏れた光をモニタ検出する。

【 0 1 1 3 】

ここで、この半導体レーザモジュール 2 0 では、他の光学部品などによる反射戻り光が共振器内に再入力しないように、半導体レーザ素子 2 2 と光ファイバ 2 5 との間にアイソレータ 2 3 を介在させている。

【 0 1 1 4 】

なお、上述した実施の形態 5 では、半導体レーザ素子 3 1 から出力されたレーザ光をそのまま出力する形態の半導体レーザモジュールであったが、光ファイバ 2 5 の第 2 レンズ 2 4 側端部の近傍に光ファイバグレーティングを形成し、この光ファイバグレーティングによって半導体レーザ素子 3 1 から出力されたレーザ光を波長選択して出力する光ファイバグレーティングを有した半導体レーザモジュールにも適用できる。この場合、アイソレータ 2 3 は設けられない。

【 0 1 1 5 】

この実施の形態 5 では、高出力の半導体レーザ素子を搭載した半導体レーザモジュールであって、実施の形態 3 と同様な構成を有する半導体レーザ装置を構成しているため、半導体レーザ素子の温度制御を迅速かつ高精度に行うことができ、結果的に小型軽量化した半導体レーザモジュールを実現することができる。また、半導体レーザ素子 3 1 の高出力化に伴ってヒートシンクとしてのキャリア 3

4 が大型化する場合であっても、電力光交換効率の低下を抑えることができる。

【0116】

なお、上述した実施の形態5では、実施の形態3に説明した半導体レーザ装置を用いてモジュール化を実現するとしたが、図13に示した半導体レーザ装置30を、実施の形態1、2、4においてそれぞれ説明した構成の半導体レーザ装置に置換することができるのはもちろんである。

【0117】

ここで、図15に示した従来の半導体レーザ装置と、実施の形態1、4においてそれぞれ説明した半導体レーザ装置とについて、出力パワーを比較した結果について説明する。図14は、従来の半導体レーザ装置と、実施の形態1、4においてそれぞれ説明した半導体レーザ装置とについて出力パワーのピーク値の比較を示す図である。図14に示すグラフの横軸において、Aは、実施の形態1に示した半導体レーザ装置に該当し、Bは、実施の形態4に示した半導体レーザ装置に該当する。

【0118】

図14をみてわかるように、実施の形態1、4に示した半導体レーザ装置（A、B）は、いずれも従来の半導体レーザ装置よりも大きな出力パワーが得られる。また、実施の形態1、4に示した半導体レーザ装置の間の出力パワーを比較すると、サーミスタ4のみをキャリア1上に設け、半導体レーザ素子3をダイヤモンドサブマウント2上に設けた構造の半導体レーザ装置（B）が約377mWと最も大きな出力パワーが得られ、次いで、半導体レーザ素子3をもキャリア1上に設けた半導体レーザ装置（A）が約370mWの出力パワーが得られる。

【0119】

これら結果から、伝熱経路が最も小さい構造（A）よりも、それに半導体レーザ素子3が設けられるダイヤモンドサブマウント2を追加した構造（B）の方が、より大きな出力パワーが得られることから、ダイヤモンドサブマウント2による放熱効果は非常に大きいということがわかる。

【0120】

なお、上述した実施の形態2、4では、半導体レーザ素子3の直下に配置する

サブマウントをダイヤモンドで形成するとしたが、実際に用いるダイヤモンドは、高熱伝導率 $1000 \sim 1300 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 程度のものが好ましく、またダイヤモンド以外にも、AlNよりも高い熱導電率を有した材料($500 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上)、例えば $600 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上のBNを用いたとしても上記した効果を享受することができる。

【0121】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1の発明によれば、絶縁性かつ高熱伝導性を有する同一のキャリア上に、レーザ光を出力する半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子の駆動温度を計測する温度測定素子とが配置され、前記半導体レーザ素子と前記温度測定素子とが、金薄膜を含む多層膜を介してそれぞれ前記キャリア上に接合され、該半導体レーザ素子と該温度測定素子とが近接配置を含めて伝熱経路の熱抵抗が小さくなるようにしているので、温度測定素子が半導体レーザ素子の温度をより正確にかつ迅速に検出することができるとともに、半導体レーザ素子の光出力の低下や寿命の低下を防止することができるという効果を奏する。

【0122】

また、請求項2の発明によれば、前記キャリアを、Si、AlN、ダイヤモンドまたはcBN多結晶体のいずれか、あるいはこれらの組み合わせによって形成するようにしているので、キャリアの材料選択を柔軟に行うことができるという効果を奏する。

【0123】

また、請求項3の発明によれば、キャリア上に接合され、熱伝導率が $500 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上のヒートシンクで形成されたサブマウント上に、レーザ光を出力する半導体レーザ素子が金薄膜を含む多層膜を介して接合されるとともに、絶縁性かつ高熱伝導性を有する同一のキャリア上に、前記半導体レーザ素子の駆動温度を計測する温度測定素子が金薄膜を含む多層膜を介して接合され、該半導体レーザ素子と該温度測定素子とが近接配置を含めて伝熱経路の熱抵抗の低減と放熱効果の向上とを実現しているため、温度測定素子が半導体レーザ素子の温度をより正確にかつ迅速に検出することができるとともに、半導体レーザ素子の光出

力の低下や寿命の低下を防止することができるという効果を奏する。

【0124】

また、請求項4の発明によれば、前記半導体レーザ素子の下層に高熱伝導率のダイヤモンドを配置させて、伝熱経路の熱抵抗の低減と放熱効果の向上とをより高めているので、温度測定素子が半導体レーザ素子の温度をより正確にかつ迅速に検出することができるとともに、半導体レーザ素子の光出力の低下や寿命の低下を防止することができるという効果を奏する。

【0125】

また、請求項5の発明によれば、前記半導体レーザ素子と前記温度測定素子と間の伝熱経路上に位置する、金薄膜を含む多層膜によって形成される接合面を、3面以下とすることで、伝熱経路の熱抵抗の少なくしているので、温度測定素子が半導体レーザ素子の温度をより正確にかつ迅速に検出することができるという効果を奏する。

【0126】

また、請求項6の発明によれば、前記半導体レーザ素子および前記温度測定素子が、導電ワイヤを用いて一方の電極と前記導体パターンとの間を電氣的に接合し、導電ワイヤの長さおよび密集度を小さくしているので、確実な配線を行うことができるとともに、半導体レーザ装置の小型軽量化を促進することができるという効果を奏する。

【0127】

また、この請求項7の発明によれば、前記導電ワイヤを複数の導電ワイヤとし、この複数の各導電ワイヤを、前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子、および／または前記導体パターン上において、ほぼ等間隔で接合し、半導体レーザ素子に対する電圧降下を均一にするとともに、導電ワイヤによる電圧降下および熱発生を最小限に抑えるようにしているので、半導体レーザ素子の光出力の低下や寿命の低下を防止することができるとともに、半導体レーザ装置全体の熱発生を低減し、半導体レーザ装置の電力光交換効率を向上させることができるという効果を奏する。

【0128】

また、請求項 8 の発明によれば、前記金薄膜の膜厚を、 $5\mu\text{m}$ 以上とし、半導体レーザ素子と温度測定素子との間の熱抵抗が小さくなるようにし、さらに上述した導体パターンの電圧降下を抑えるようにしているので、温度測定素子は、半導体レーザ素子の温度を迅速かつ高精度に検出でき、結果的に半導体レーザ素子の温度制御を迅速かつ高精度に行うことができるとともに、導体パターンの電圧降下の低減による電力光交換効率を向上させることができるという効果を奏する。

【0129】

また、請求項 9 の発明によれば、半導体レーザ素子が出力するレーザ光の出力をモニタするモニタ素子がキャリア上に配置されるようにしているので、半導体レーザ装置の小型軽量化を一層促進することができるという効果を奏する。

【0130】

また、請求項 10 の発明によれば、前記半導体レーザ素子の共振器長を、 $1000\mu\text{m}$ 以上とし、高出力の半導体レーザ素子であっても、光出力の低下や寿命の低下を防止し、半導体レーザ装置の小型軽量化および電力光交換効率を向上させることができるという効果を奏する。

【0131】

また、請求項 11 の発明によれば、前記半導体レーザ素子の活性層側を前記キャリアに接合し、大きな熱を発生する活性層を、下層のキャリアやサブマウントに近づけ、それら下層のヒートシンク機能を最大限に発揮させ、かつ温度測定素子による温度測定を高精度に行うようにしているので、光出力の低下を防止することができるとともに、半導体レーザ素子の信頼性、とくに寿命を長くすることができるという効果を奏する。

【0132】

また、請求項 12 の発明によれば、前記半導体レーザ素子、前記温度測定素子および前記モニタ素子のうちの少なくとも一つを、電氣的に独立させているので、半導体レーザ装置の小型軽量化を一層促進することができるという効果を奏する。

【0133】

また、請求項 1 3 の発明によれば、前記半導体レーザ素子から出力されるレーザ光の出力を、250 mW 以上の高出力としても、半導体レーザ素子の温度制御を迅速かつ高精度に行うことができるので、高出力の半導体レーザ素子であっても、光出力の低下をなくすことができるという効果を奏する。

【0134】

また、請求項 1 4 の発明によれば、ペルチェモジュールなどの温度制御素子上に半導体レーザ装置のキャリアが接合され、該キャリア上に半導体レーザ素子および温度測定素子を配置し、この温度測定素子が測定した温度をもとに半導体レーザ素子を温度制御するようにしているので、半導体レーザ素子が高出力の場合であっても、光出力の低下や寿命の低下を防止できる半導体レーザモジュールを実現することができるという効果を奏する。

【0135】

また、請求項 1 5 の発明によれば、前記半導体レーザ素子と前記温度制御素子と間の伝熱経路上に位置する、金薄膜を含む多層膜によって形成される接合面を、4 面以下とすることで、伝熱経路の熱抵抗の少なくしているので、前記温度制御素子による温度調整を正確にかつ迅速に行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の実施の形態 1 である半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図 2】

図 1 に示した半導体レーザ装置の発熱量に対するこの半導体レーザ装置の温度とサーミスタの温度との温度差を示す図である。

【図 3】

図 1 に示した半導体レーザ装置の半導体レーザ素子と従来の半導体レーザ素子についての注入電流と出力パワーの関係を示す図である。

【図 4】

この発明の実施の形態 1 の第 1 変形例である半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図 5】

この発明の実施の形態 1 の第 2 変形例である半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図 6】

この発明の実施の形態 2 である半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図 7】

この発明の実施の形態 2 である半導体レーザ装置が具備するダイヤモンド製のサブマウントのサイズと熱抵抗との関係を表した実験データを示す図である。

【図 8】

この発明の実施の形態 2 である半導体レーザ装置が具備するダイヤモンド製のサブマウントの最適なサイズを説明するための斜視図である。

【図 9】

この発明の実施の形態 3 である半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図 1 0】

この発明の実施の形態 4 である半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図 1 1】

この発明の実施の形態 4 にかかる半導体レーザ素子と従来の半導体レーザ素子について注入電流と出力パワーの関係を示す図である。

【図 1 2】

この発明の実施の形態 4 である半導体レーザ装置の他の例の構成を示す図である。

【図 1 3】

この発明の実施の形態 5 である半導体レーザモジュールの構成を示す断面図である。

【図 1 4】

従来の半導体レーザ装置と、実施の形態 1, 4 においてそれぞれ説明した半導体レーザ装置とについて出力パワーのピーク値の比較を示す図である。

【図 1 5】

従来の半導体レーザ装置の構成を示す図である。

【図16】

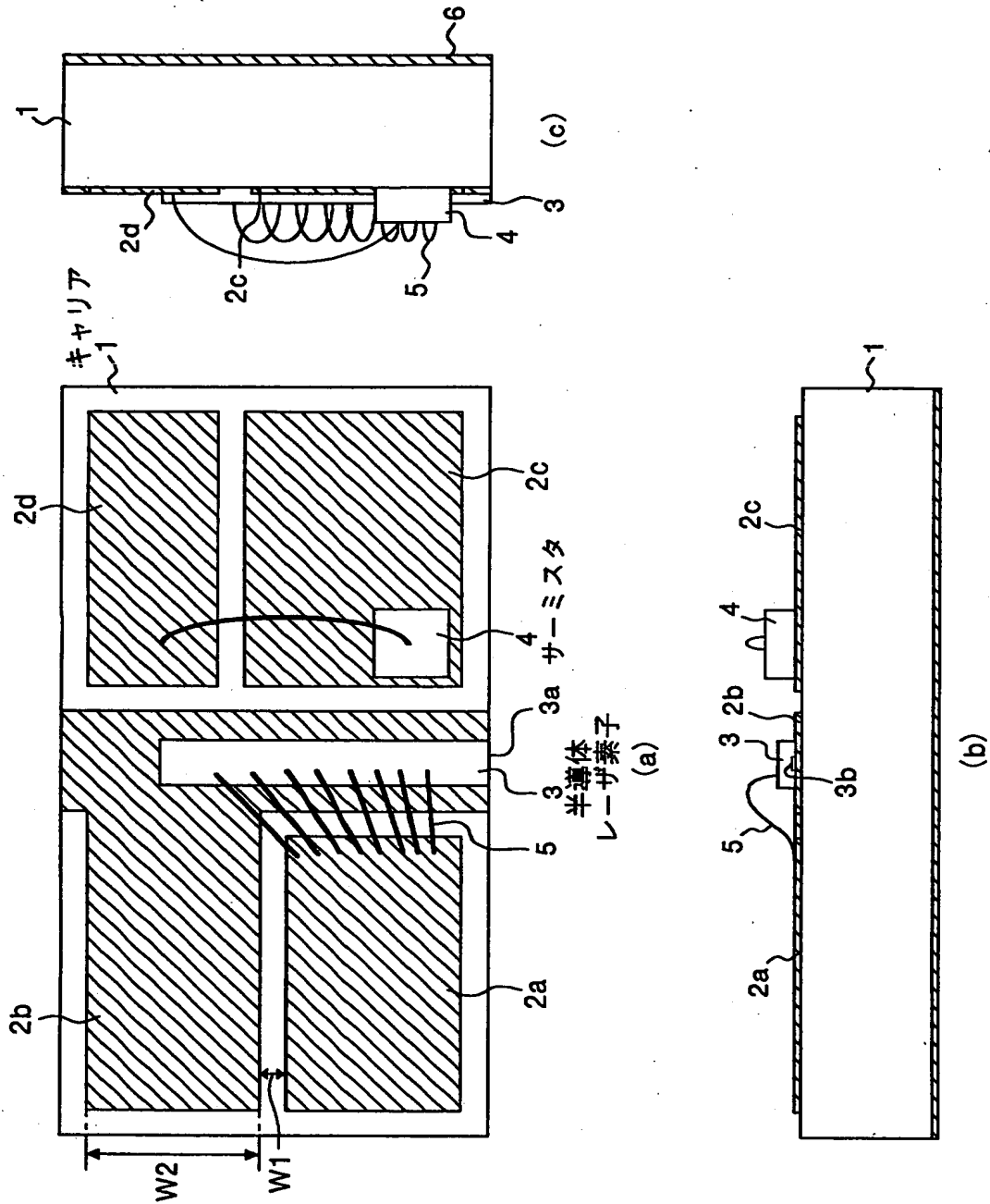
図15に示した半導体レーザ装置の正面図である。

【符号の説明】

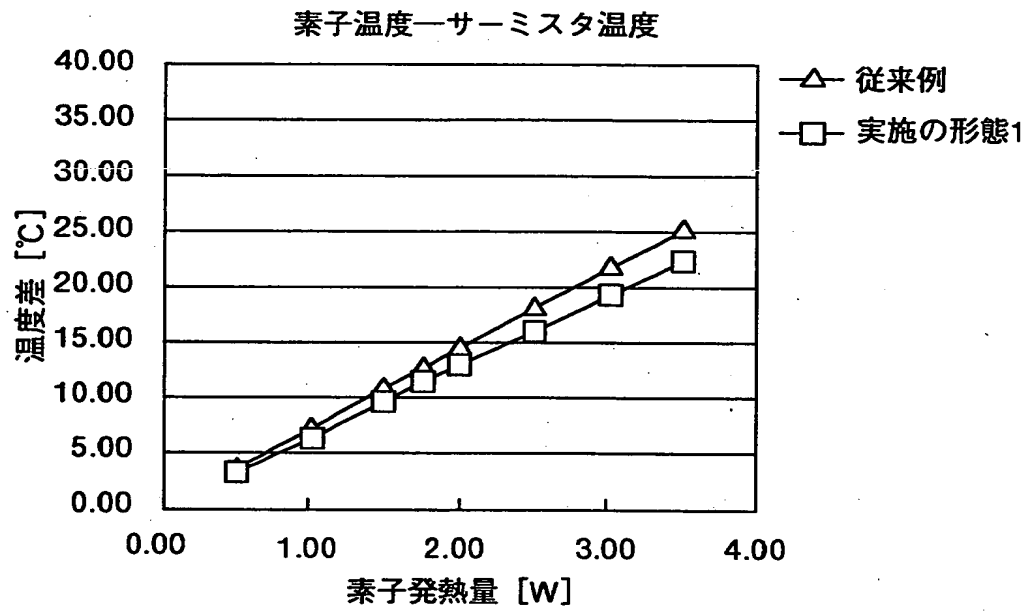
- 1, 13 キャリア
- 1a 導体棒
- 2, 11 ダイヤモンドサブマウント
- 2a~2i, 12a~12d 金属薄膜
- 3, 31 半導体レーザ素子
- 3b 活性層
- 4, 32 サーミスタ
- 5, 5A, 5a~5d ワイヤ
- 6 AuSnはんだ
- 7, 33 光モニタ
- 8 サブマウント
- 20 半導体レーザモジュール
- 22 第1レンズ
- 24 第2レンズ
- 25 光ファイバ
- 27 ベース
- 28 ペルチェモジュール
- 29 パッケージ
- 30 半導体レーザ装置

【書類名】 図面

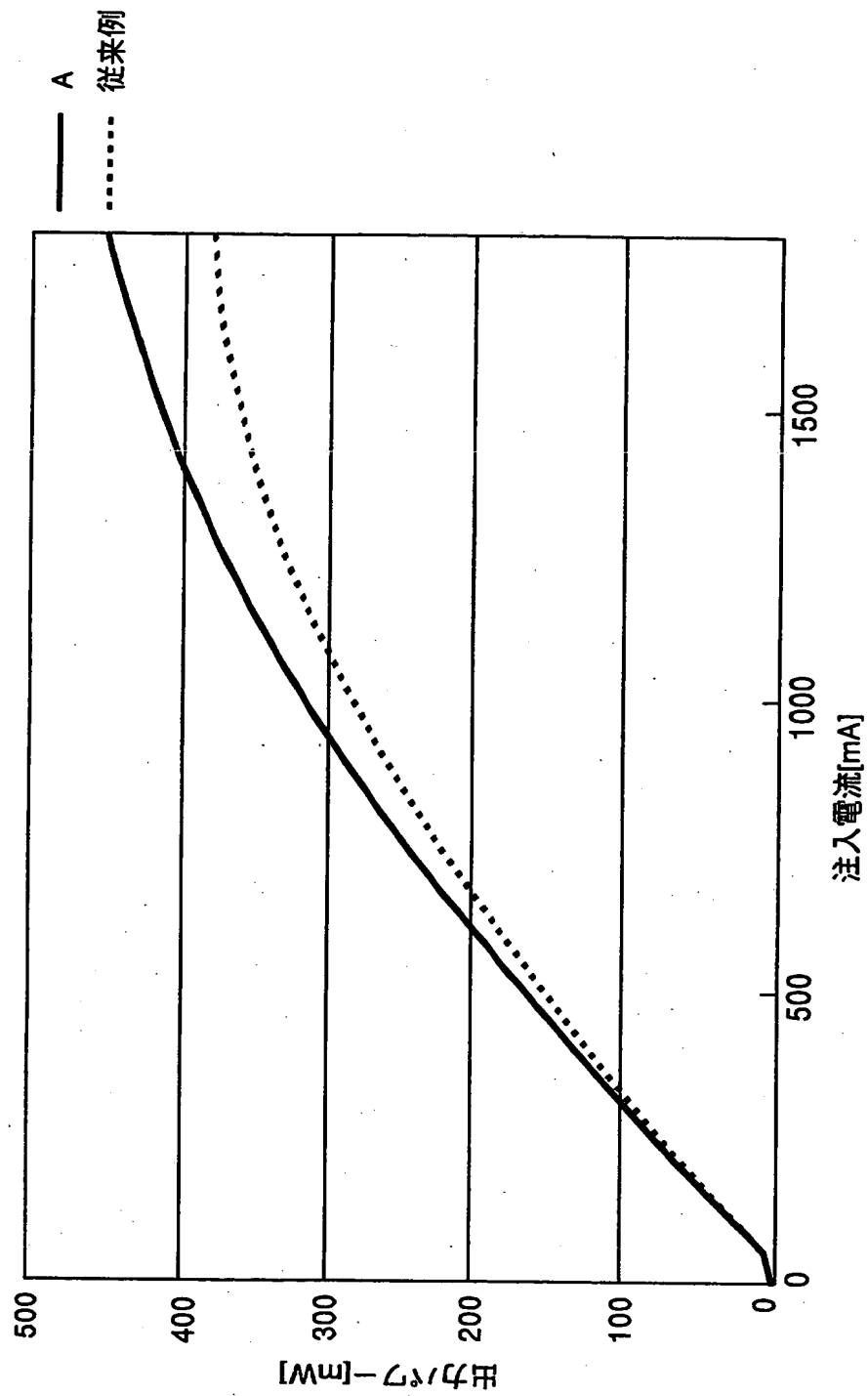
【図 1】



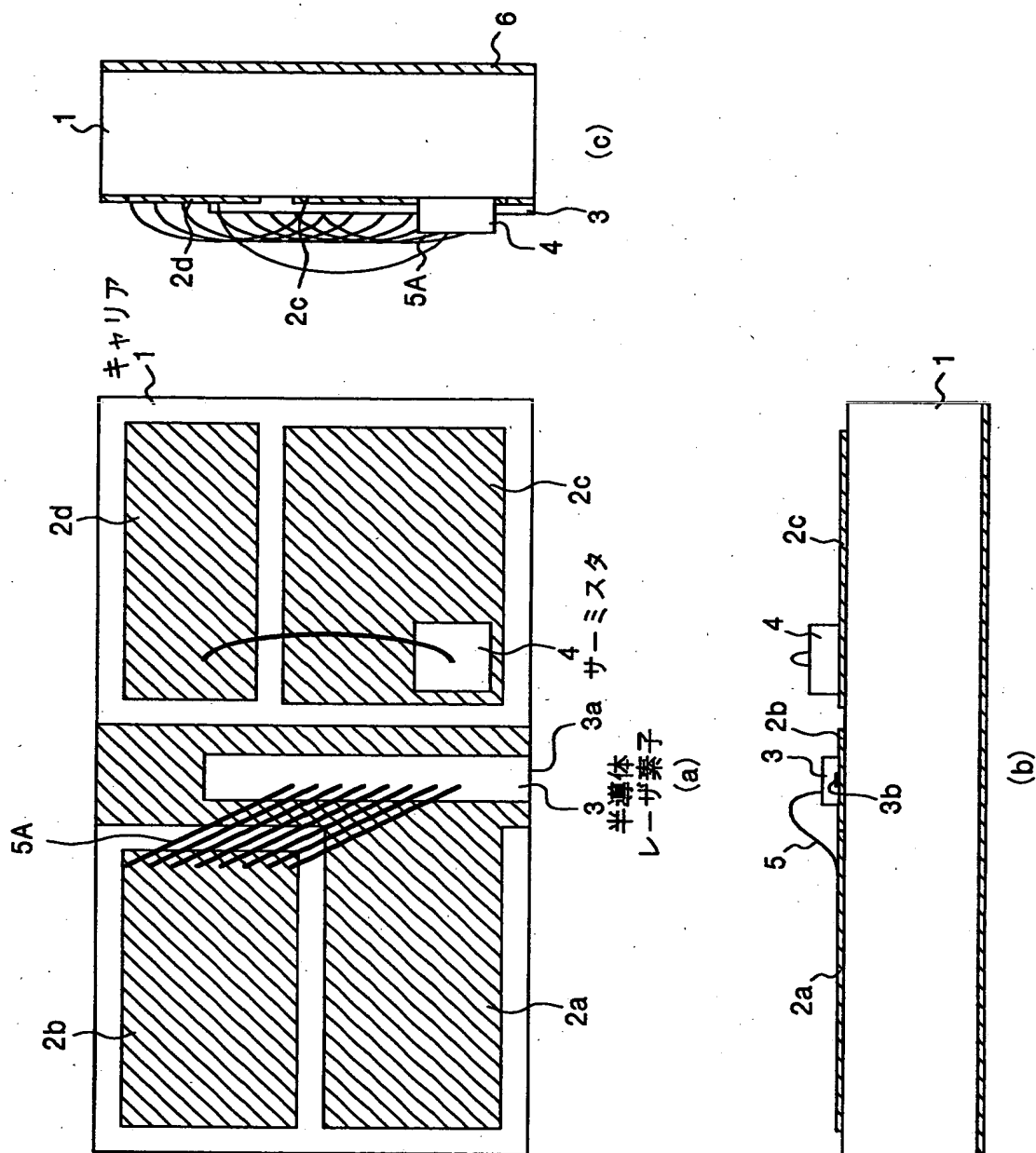
【図 2】



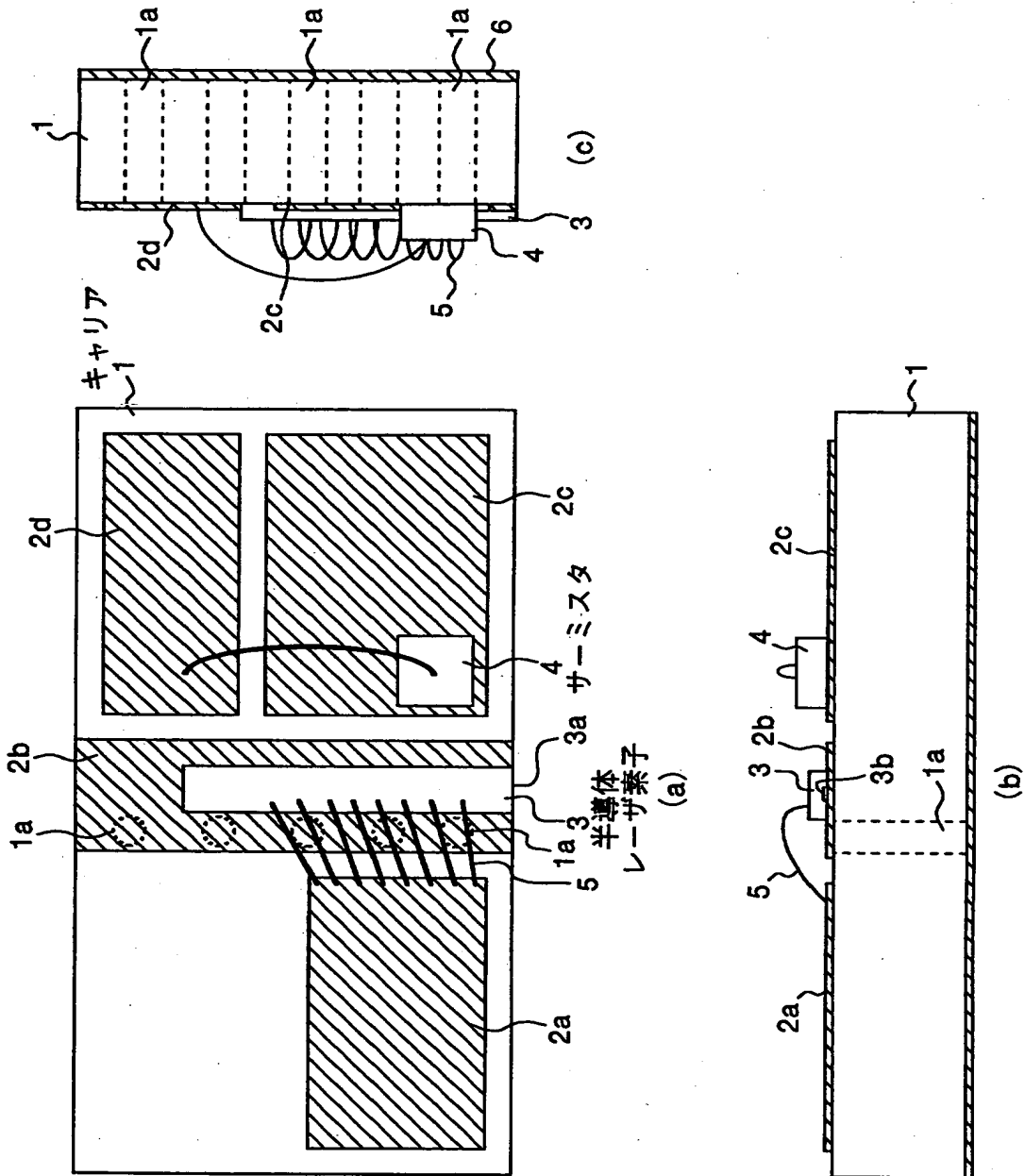
【図 3】



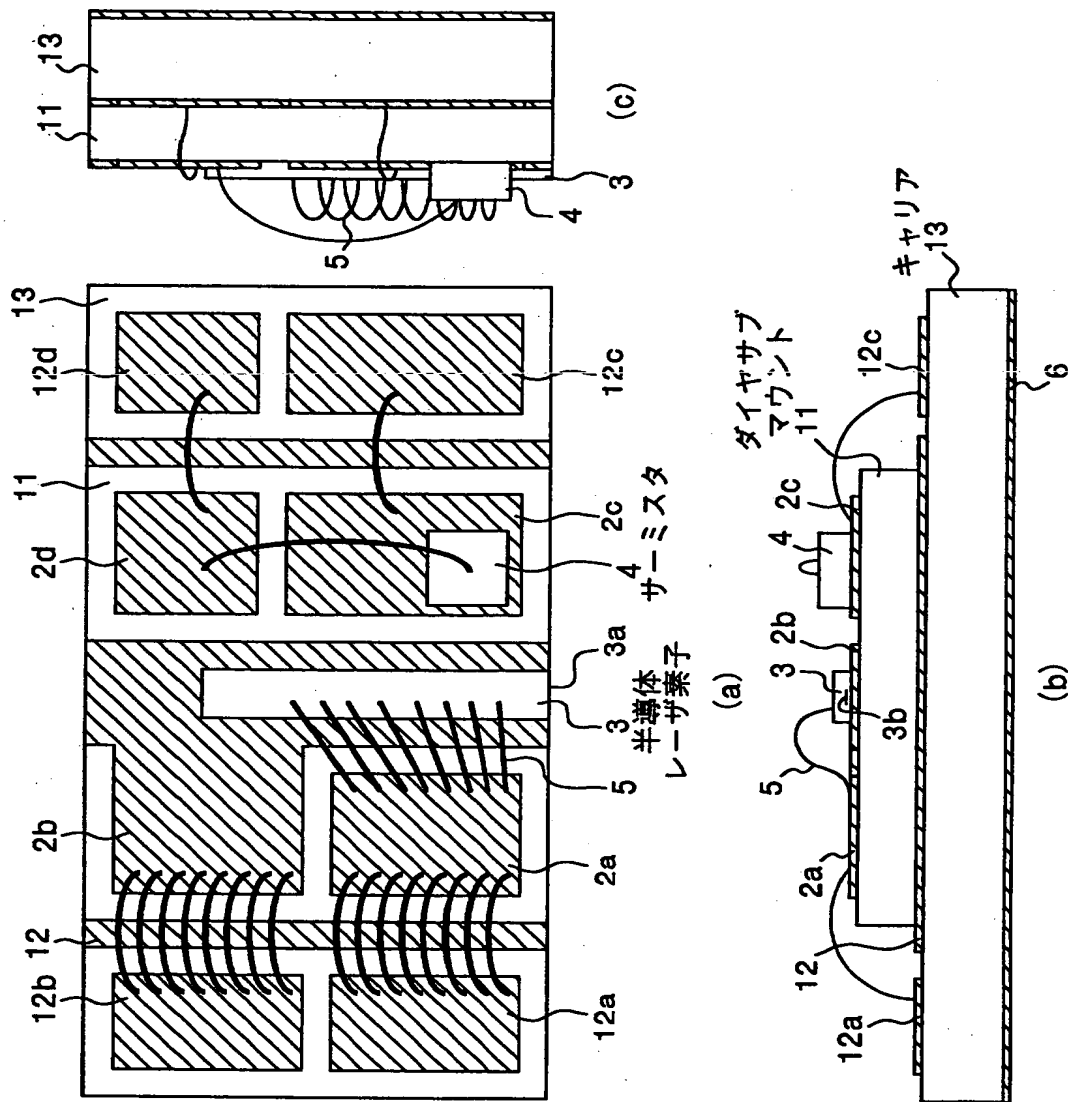
【図 4】



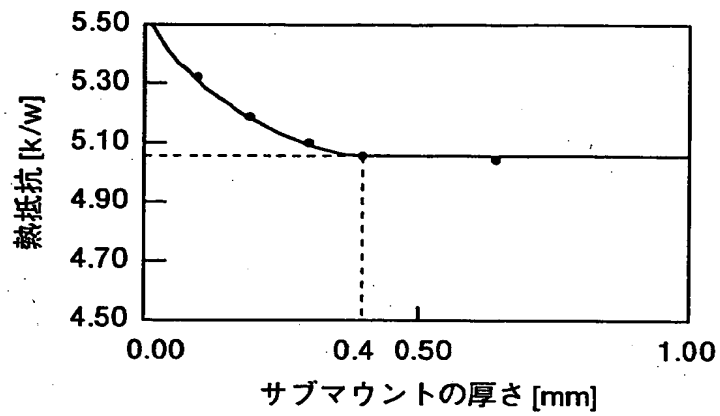
【図 5】



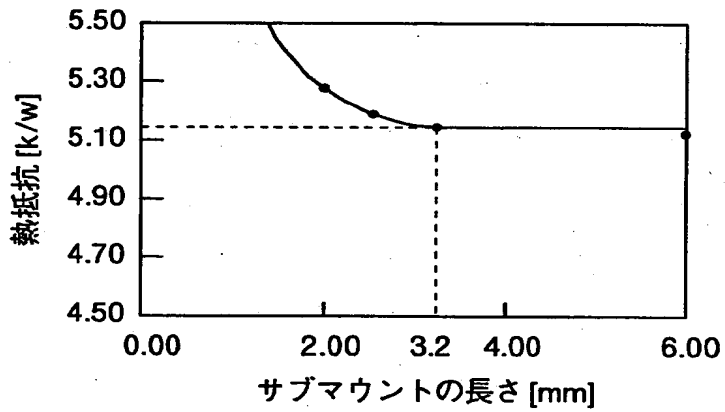
【図6】



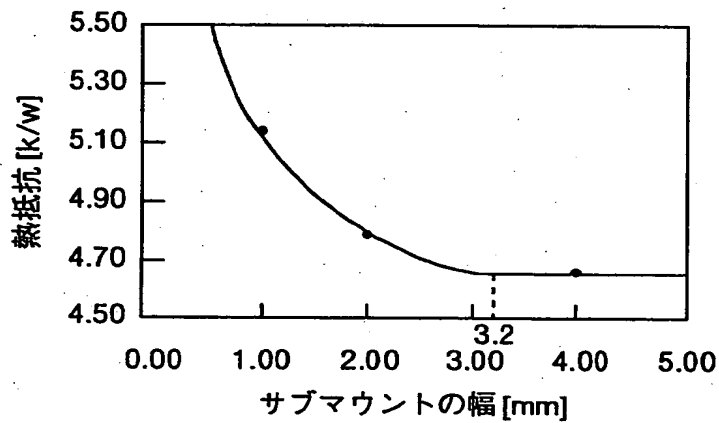
【図 7】



(a)

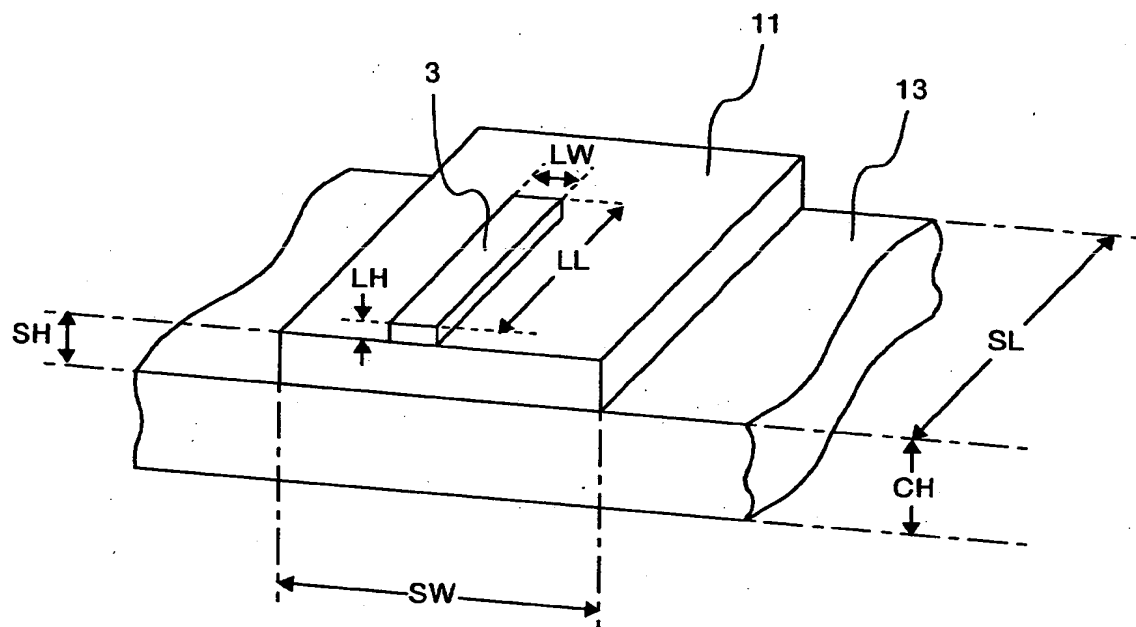


(b)

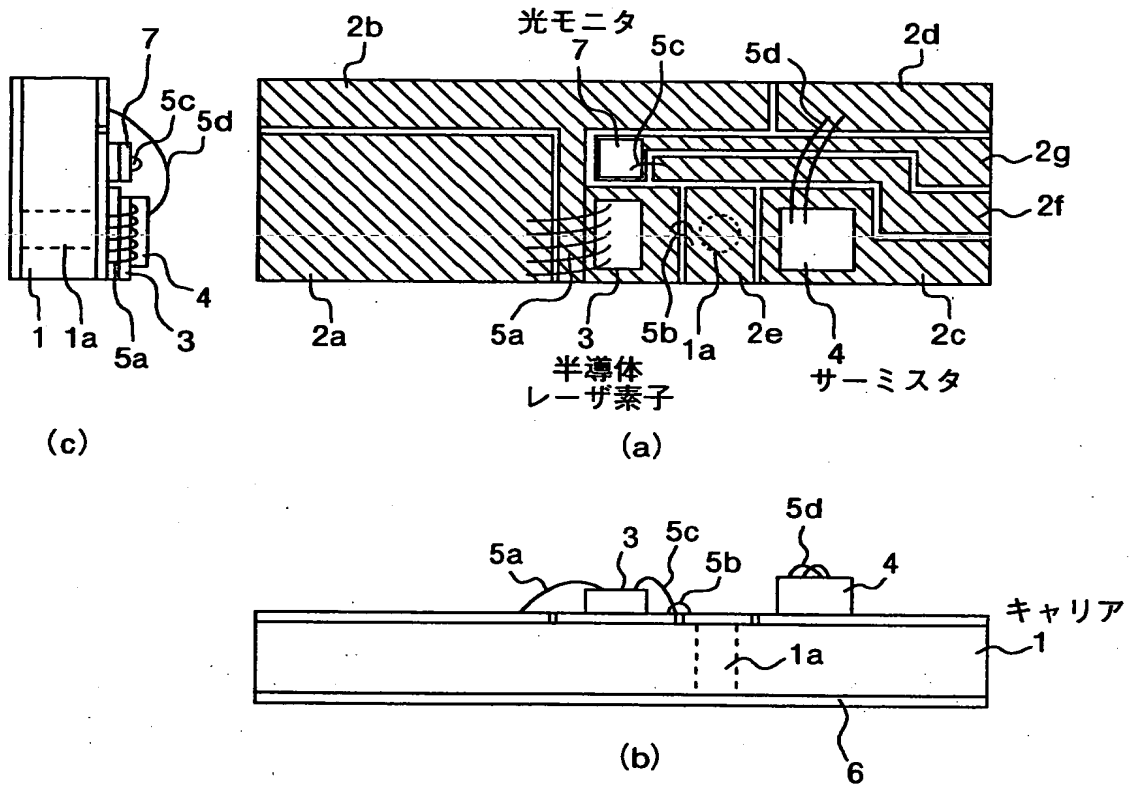


(c)

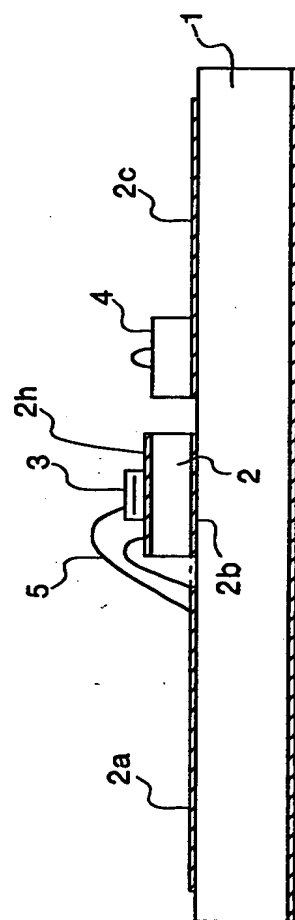
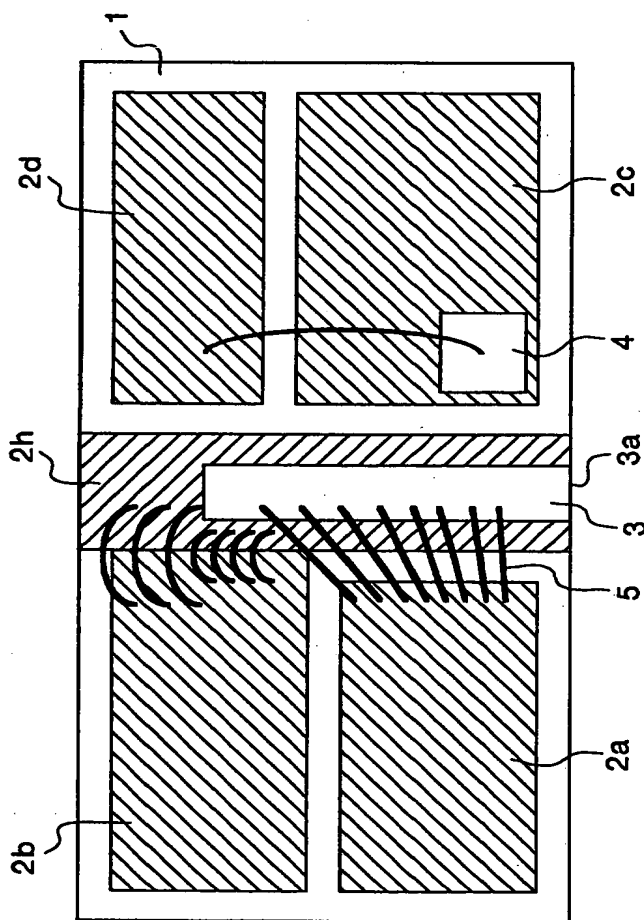
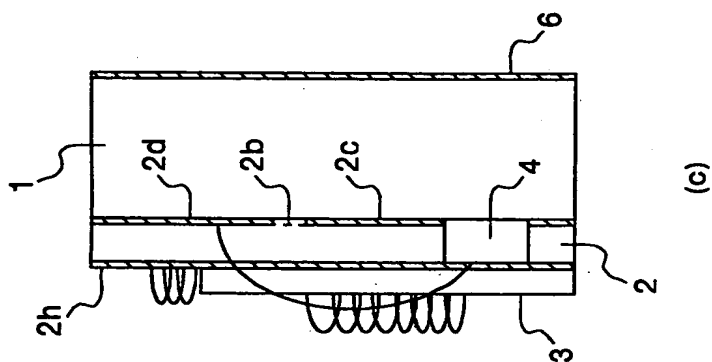
【図8】



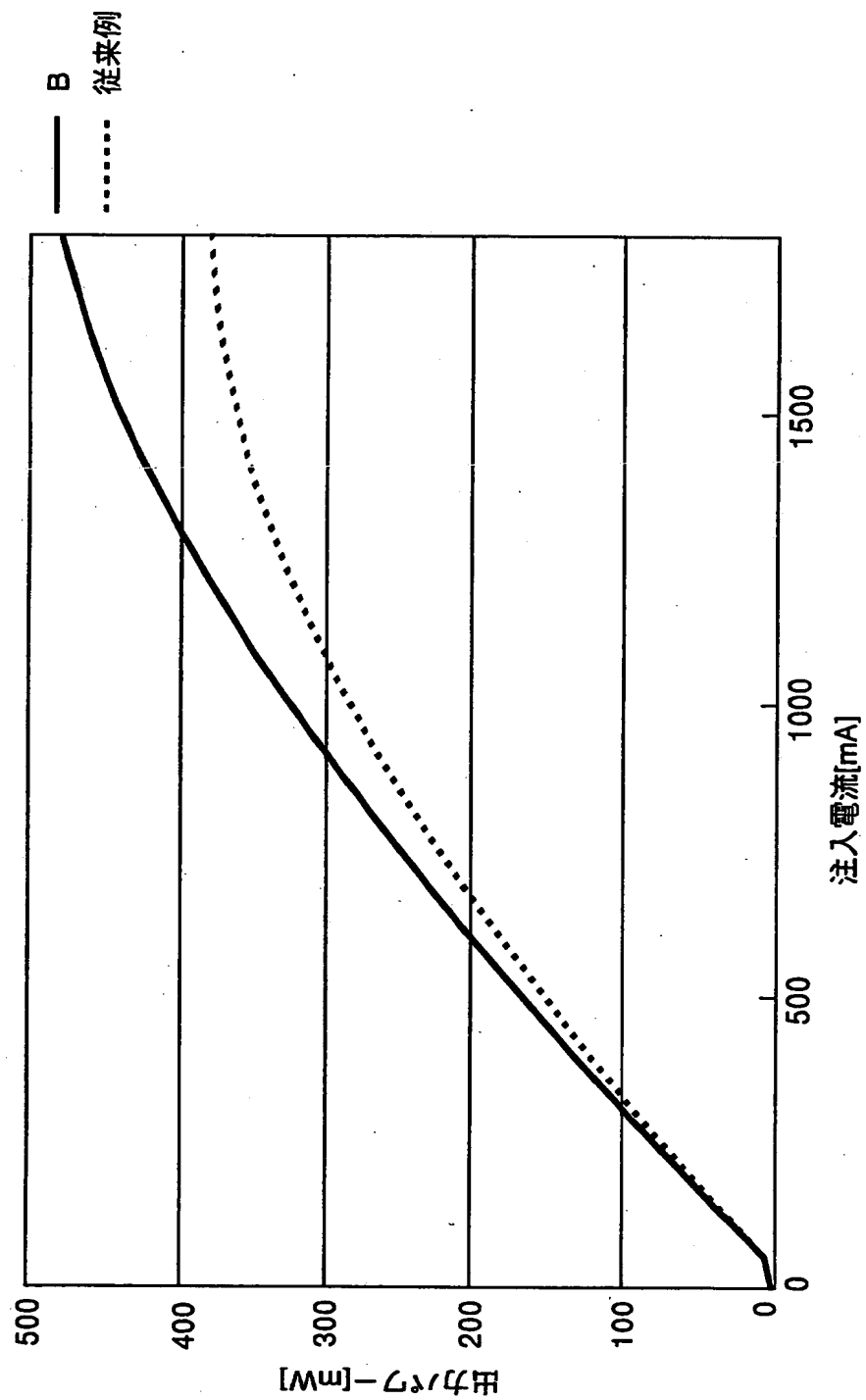
【図 9】



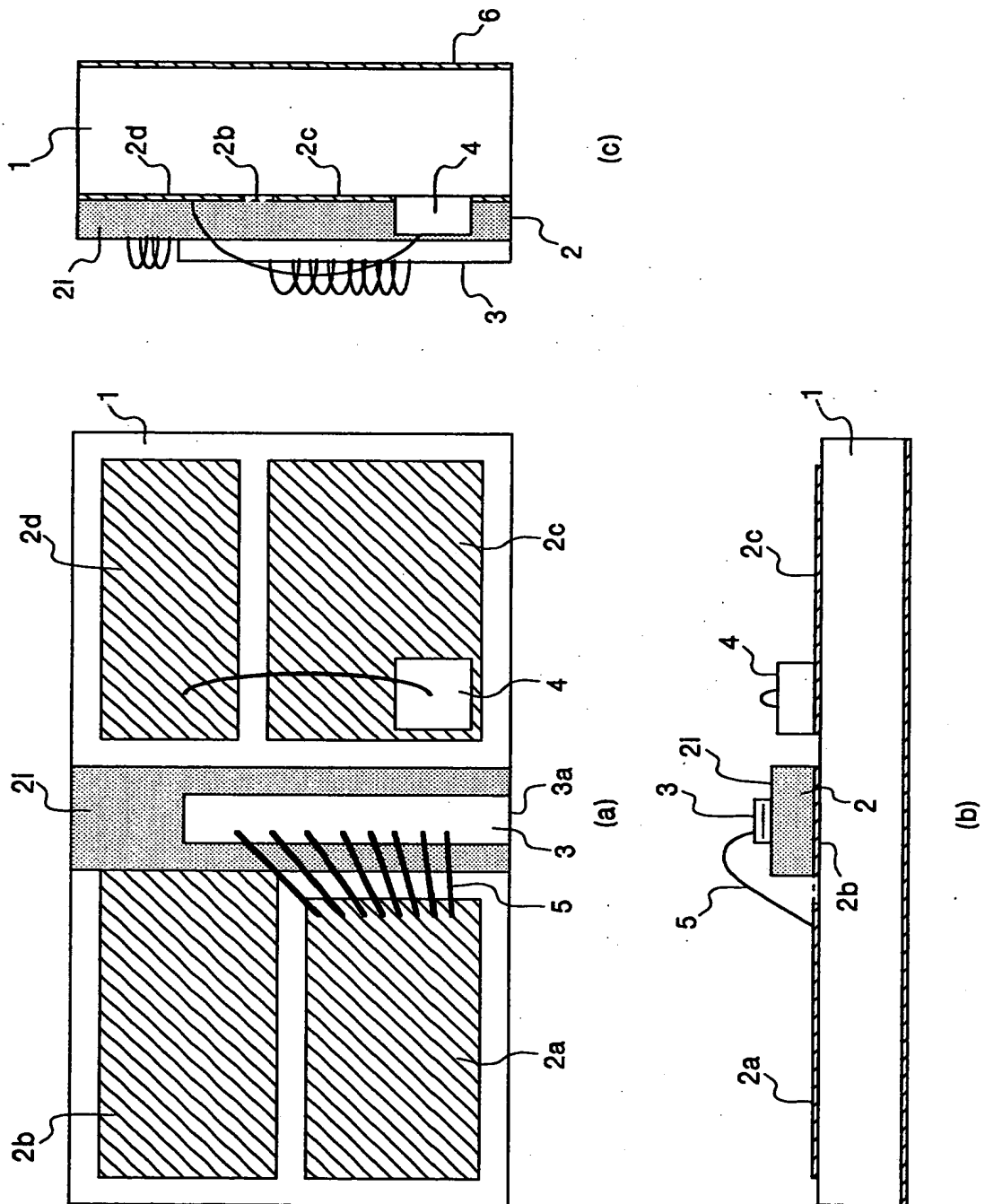
【図 10】



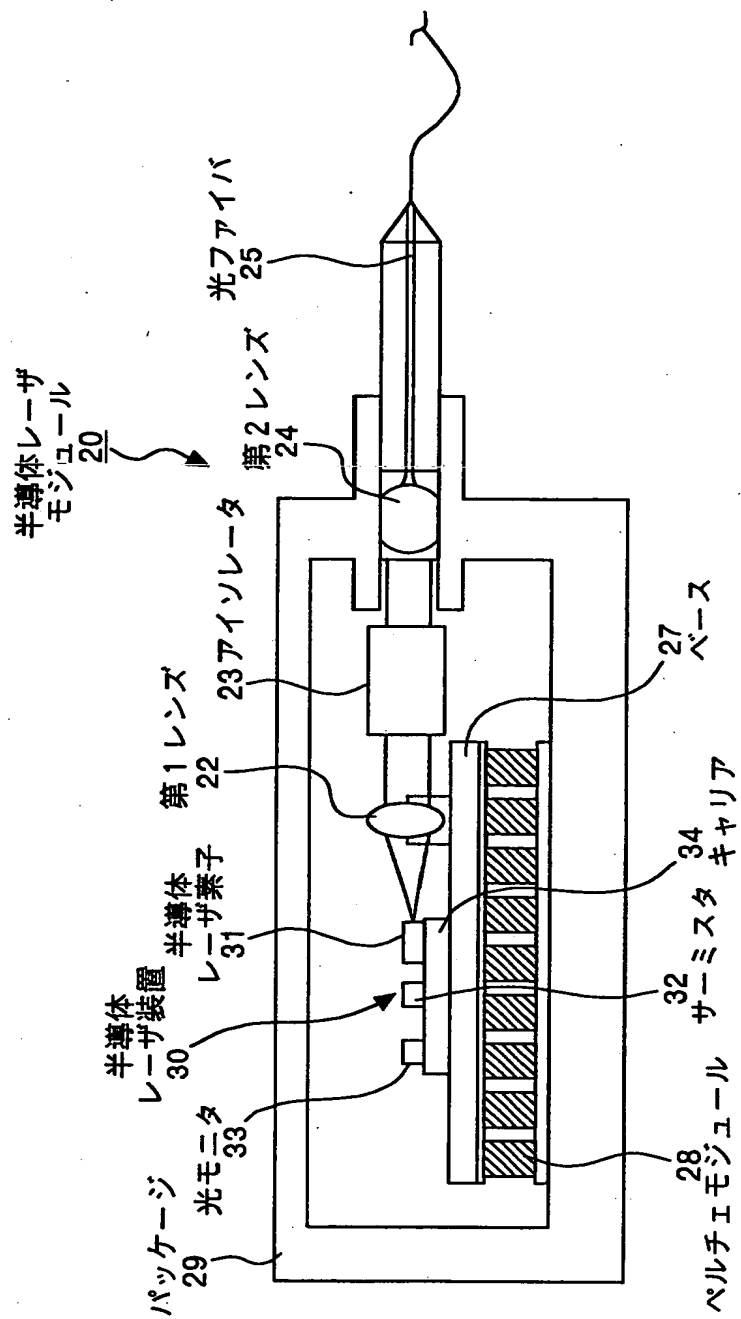
【図11】



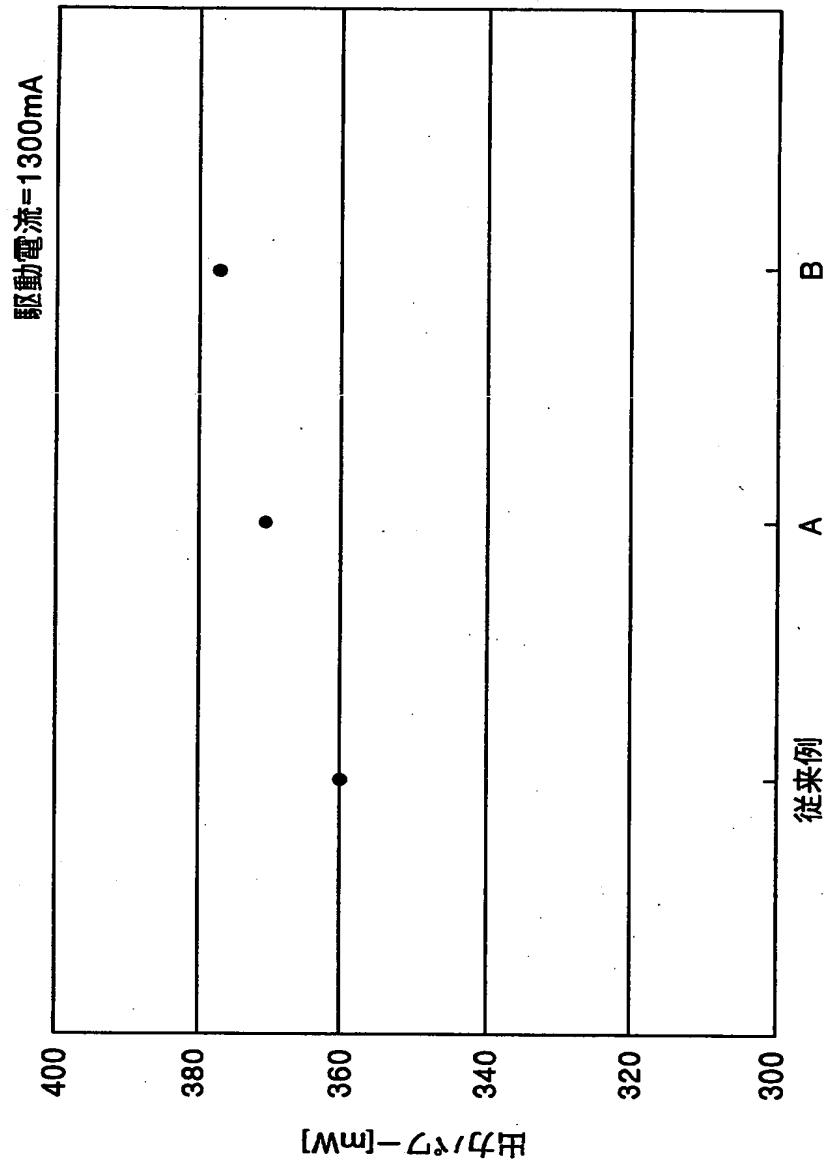
【図 12】



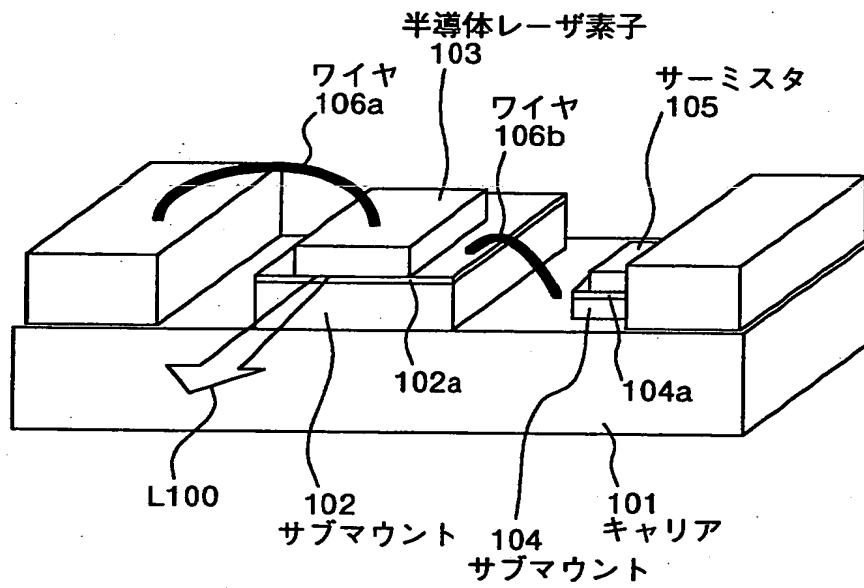
【図 13】



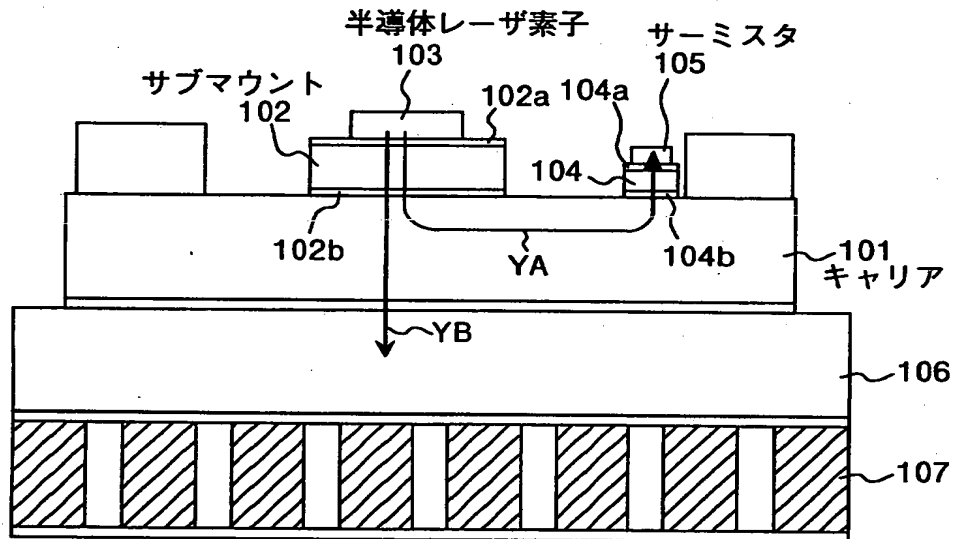
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高出力の半導体レーザ素子を用いた場合であっても、光出力の低下を防止すること。

【解決手段】 レーザ光を出力する半導体レーザ素子3と、半導体レーザ素子3の駆動温度を計測するサーミスタ4と、絶縁性かつ高熱伝導性を有するキャリア1とを備え、半導体レーザ素子3とサーミスタ4とは、金膜を含む多層膜を介してそれぞれキャリア1上に接合され、半導体レーザ素子3とサーミスタ4とが近接配置されるようにしている。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005290]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
氏 名	古河電気工業株式会社